



4  
d  
3

418707-7007









HISTOIRE

NATURELLE

DES MINÉRAUX.

---

TOME QUATRIÈME.

---

1  
d  
B



# HISTOIRE NATURELLE DES MINÉRAUX.

PAR M. LE COMTE DE BUFFON,  
INTENDANT DU JARDIN DU ROI, DE  
L'ACADÉMIE FRANÇOISE ET DE CELLE DES  
SCIENCES, &c.

---

TOME QUATRIÈME.

---



AUX DEUX-PONTS,  
CHEZ SANSON & COMPAGNIE.

---

M DCC. XC.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY

PHYSICS DEPARTMENT

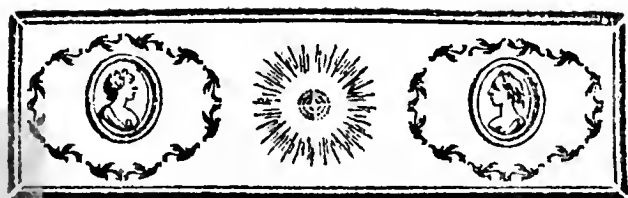
1950-1951

1950-1951



1950-1951

1950-1951



# HISTOIRE

## NATURELLE

### DES MINÉRAUX.



#### SEL MARIN ET SEL GEMME.

**L'**EAU de la mer contient une grande quantité d'acide & d'alkali, puisque le sel qu'on en retire en la faisant évaporer, est composé des deux; elle est aussi imprégnée de bitume, & c'est ce qui fait qu'elle est en même temps saline & amère; or le bitume est composé d'acide & d'huile, & d'ailleurs la décomposition de tous les corps organisés dont la mer est peuplée, produit une immense quantité d'huile: l'eau marine contient donc non-seulement les acides & les alkalis, mais encore les huiles & toutes les matières

qui peuvent provenir de la décomposition des corps, à l'exception de celles que ces substances prennent par la putréfaction à l'air libre; encore se forme-t-il à la surface de la mer, par l'action de l'acide aérien, des matières assez semblables à celles qui sont produites sur la terre par la décomposition des animaux & des végétaux.

La formation du sel marin n'a pu s'opérer qu'après la production de l'acide & de l'alkali, puisqu'ils en sont les substances constitutantes; l'acide aérien a été formé dès les premiers temps, après l'établissement de l'atmosphère, par le simple mélange de l'air & du feu; mais l'alkali n'a été produit que dans un temps subséquent par la décomposition des corps organisés. L'eau de la mer n'étoit d'abord que simplement acide ou même acidule, elle est devenue plus acide & salée par l'union de l'acide primitif avec les alkalis & les autres acides; ensuite elle a pris de l'amertume par le mélange du bitume, & enfin elle s'est chargée de graisse & d'huile par la décomposition des corps de tous les cétacées, poissons & amphibies dont la substance est, comme l'on fait, plus huileuse que celle des animaux terrestres.

Et cette salure, cette amertume & cette huile de l'eau de la mer n'ont pu qu'augmenter avec le temps, parce que tous les fleuves qui arrivent à ce grand réceptacle des eaux, sont eux-mêmes chargés de parties salines, bitumineuses & huileuses que la terre leur fournit, & que toutes ces matières étant plus fixes & moins volatiles que

l'eau ; l'évaporation ne les enlève pas ; leur quantité ne peut donc qu'augmenter , tandis que celle de l'eau reste toujours la même , puisque les eaux courantes sur la terre ramènent à la mer tout ce que les vapeurs poussées par les vents lui enlèvent.

On doit encore ajouter à ces causes de l'augmentation de la salure des mers , la quantité considérable de sel que les eaux qui filtrent dans l'intérieur de la terre dissolvent & détachent des masses purement salines , qui se trouvent en plusieurs lieux , & jusqu'à d'assez grandes profondeurs ; on a donné le nom de *sel gemme* à ce sel fossile : il est absolument de la même nature que celui qui se tire de l'eau de la mer par l'évaporation ; il se trouve sous une forme solide , concrète & cristallisée en amas immenses , dans plusieurs régions du Globe , & notamment en Pologne ( *a* ), en Hongrie

---

( *a* ) Les mines de sel de Wieliczka , dit M. Guettard , sont sans contredit un des beaux ouvrages de la Nature : on ne peut voir qu'avec une espèce d'admiration , ces masses énormes de sel renfermées dans le sein de la terre. . . .

Quiconque a vu une carrière de pierre à plâtre pareille à celles des environs de Paris , peut aisément se former l'idée des mines de sel de Wieliczka. . . . Les grands bancs de sel , de même que les grands bancs de pierres , se trouvent dans le fond de ces mines ; ils sont surmontés de bancs beaucoup moins considérables , & ceux-ci sont précédés de lits de différentes terres ou sables dans l'ordre suivant :

(b), en Ruffie & en Sibérie (c). On en trouve

1°. Un banc de sable à grains fins , arrondis en forme d'œufs blancs ou jaunâtres , & quelquefois rougeâtres :

2°. Plusieurs lits de glaise ou argile dont la couleur ordinaire est un jaune-rouille-de-fer , ou bien un grès plus ou moins formé , quelquefois verdâtre ; elles sont aussi plus ou moins mêlées de sable ou de petits graviers.

*Mémoires de l'Académie des Sciences , année 1762 , page 493 & suiv.*

(b) Près de la ville d'Eperies , se trouve une mine de sel qui a cent quatre vingts brasses de profondeur : les veines de sel sont larges , on en tire des morceaux qui pèsent jusqu'à deux milliers. La couleur de ce sel est grise , mais étant broyé il est blanc ; il est composé de parties pointues. La même mine donne un autre sel composé de quarrés & de tables ; & un troisième qui paroît composé de plusieurs branches.

Le sel de cette mine est de plusieurs couleurs , celui qui est mêlé avec la terre en conserve un peu la couleur : on en voit d'autres morceaux bien cristallisés , qui ont une légère couleur bleue , & le Comte de Rothall en avoit en 1670 , un morceau d'un très beau jaune ; il y en a des morceaux si durs qu'on leur donne la figure que l'on veut : cependant ces morceaux de sel s'humectent bientôt dans les cabinets , & si on les met dans une étuve , ils perdent leur transparence. *Collection académique , partie étrangère , tome II , pages 211 , 212 & suiv.*

(c) M. Pallas observe dans la relation de ses Voyages , qu'il y a une immense quantité de sel dans l'Empire de Ruffie ; il suffiroit , selon lui , d'en exploiter les richesses salines pour cesser de tirer de l'Etranger cette denrée de première nécessité. Les lacs salés sont sur-tout très communs dans le gouvernement d'Orenbourg , le pays des

aussi en Allemagne , dans les environs de Hall

---

Baskires , &c. il y en a parmi ceux de Kirgi, un très curieux , dont les eaux sont salées d'un côté & douces de l'autre. La surface du lac d'Indéri est couverte d'une glace de sel assez forte , pour qu'on puisse traverser ce lac sans le moindre danger , & cette denrée y est assez abondante pour fournir à la consommation de tout l'Empire , si des communications en facilitoient le transport dans les autres provinces ; elle seroit alors aussi commune dans les marchés que les besoins en sont multipliés. *Extrait de la Gazette de France , du Lundi 17 Janvier 1774 , article Pétersbourg.* Il y a dans le désert entre le *Volga* & l'*Oural* , à quatre-vingts werstes de *Yenatayevska* , une vaste carrière de sel fossile très pur ; les *Kalmouks* appellent cet endroit *Tschaptschatschi* ; cette mine de sel est peut-être capable d'en fournir autant que celle d'*Iletzki* dans le gouvernement d'*Orembourg* , d'où l'on tire cinq cents mille pouds de sel par an. *Extrait du Discours de M. Guldenstaed , sur les productions de la Russie. Pétersbourg , 1776 , page 55 & suiv.*

Une montagne d'où l'on tire du sel en Sibérie , est à trente werstes à l'Orient des sources salées , & comme elles , sur le rivage droit du *Kaptendei* ; elle a trente brasses de hauteur , & de l'orient à l'occident deux cents dix brasses de longueur. Depuis le pied jusqu'aux deux tiers de la hauteur , elle est composée de cristaux cubiques de sel assez gros , où l'on ne trouve pas le moindre mélange de terre ou d'autre matière hétérogène. La montagne est couverte à son sommet , d'une terre glaise rougeâtre , d'où l'on tire un talc blanc de la plus belle espèce , & elle est fort rapide du côté de la rivière : le sel de la source est précisément de même qualité que celui de la montagne , & la Nature ne sauroit produire un

près de Saltzbourg (d), dans quelques pro-

meilleur sel de cuisine. *Histoire générale des Voyages*, tome XVIII, page 282. — Il y a quatorze salines sur la rive droite du *Kawda* en Sibérie; ces salines ont deux sources d'eau salée qui produisent du sel fort blanc cristallin; mais comme l'eau est foible, il lui faut trois fois vingt-quatre heures pour se réduire en sel. *Idem, ibidem*, page 469.

(d) En Allemagne; il y a des mines de sel dans une montagne appelée le *Diremberg*, près de Hail ou Halicin, sur la Salza, à quatre lieues de Saltzbourg. . . On entre d'abord dans une galerie étroite, par laquelle on marche l'espace d'un quart de lieue entre des canaux couverts; dans l'un coule de l'eau douce, dans l'autre de l'eau salée, qu'un tuyau de bois conduit jusqu'à Hall: au bout de cette galerie on descend un puits de trente pieds de profondeur. . . Ensuite on parcourt des galeries semblables à la première, & l'on arrive à un second puits, puis à un troisième & à un quatrième, que l'on descend comme le premier: ces puits forment les différens étages de la mine, elle peut avoir douze cents soixante pieds de profondeur, & huit mille cinquante de longueur; à en juger par les proportions d'une machine de bois qui représente ces mines, & qu'on montre dans ces souterrains.

Les galeries aboutissent à des chambres; c'est dans ces chambres qu'on ramasse le sel, qui en quelque sorte, végète sur les murs en y formant différens dessins, tels à-peu près que ceux qu'on voit sur les vitres lorsqu'il gèle. La hauteur de ces chambres est d'environ six pieds; leur étendue est différente & leur forme irrégulière: la plus grande a neuf cents dix pieds de longueur sur trois cents



vinces de l'Espagne (e), & spécialement en

---

quatre vingt-cinq de largeur ; l'étendue de ces chambres qui se soutiennent sans appui , est une des choses les plus extraordinaires de ces mines. *M. Guettard , Mémoires de l'Académie des Sciences , année 1763 , page 203 & suiv.*

(e) Près de Villena , à quelques lieues d'Alicante , il y a un marais d'où l'on tire le sel pour la consommation des villages voisins ; & à quatre lieues de-là , une montagne isolée , toute de sel gemme , couvert seulement d'une couche de plâtre de différentes couleurs. . . .

Il y a beaucoup de salines dans la juridiction de *Min-granilla* ; on travaille à quelques-unes & non aux autres : le sel gemme qu'on en tire est excellent , parce que cette espèce est toujours plus salée que celle qui se fait par évaporation , y ayant moins d'eau dans sa cristallisation...

A une demie-lieue de là , on descend un peu pour entrer dans un terrain de plâtre où sont quelques collines... Au bas de la couverture de plâtre , il y a un banc de sel gemme dont on ne fait point la profondeur , parce que quand les excavations passent trois cents pieds , il en coûte beaucoup pour tirer le sel , & quelquefois le terrain s'enfonce ou se remplit d'eau ; alors on creuse de nouveaux puits ; car tout l'endroit est une masse énorme de sel , mêlé en certaines places avec un peu de terre de plâtre , & dans d'autres , pur & rougeâtre , & le plus souvent cristallin. . . . Dans la mine de Cardona au contraire , il n'y a point de plâtre , & cependant le sel en est si dur & si bien cristallisé , que l'on en fait des statues , de petits autels & des meubles curieux. Celui de *Min-granilla* est dur aussi , mais moins que celui du Cordona , parce qu'il se casse , comme quelques spathis fragiles. . . . Cette mine a dû être couverte anciennement , d'une épaîs-

## Catalogne où l'on voit près de la ville de

leur de plus de huit cents pieds de matieres étrangères, que les eaux ont peu-à-peu entraînées dans les lieux les plus bas.

Dans une montagne où est le village de Valliera, on trouve une mine de sel gemme qui paroît hors de terre; du côté de l'entrée, & à environ vingt pas en dedans, on voit que le sel, qui est blanc & abondant, a pénétré dans les couches de plâtre. Cette mine peut avoir environ quatre cents pas de longueur, & différentes galeries latérales en ont plus de quatre-vingts, soutenues par des piliers de sel, qui la font ressembler à une église gothique : le sel suit la direction de la colline en penchant un peu au nord, comme les veines du plâtre; ce sel n'a qu'environ cinq pieds de haut. . . . Il paroît avoir rongé différentes couches de plâtre & de marne (marne) pour se placer où il est, quoiqu'il reste cependant assez de ces matieres.

Au bout de la principale galerie. . . . on voit que la bande de sel descend jusqu'au vallon, & passe à la colline qui est vis-à-vis. . . . La voûte de cette mine est de plâtre. . . . Ensuite il y a deux pouces de sel blanc, séparé du plâtre par quelques filons de terre saline; après, il y a trois doigts de sel pur & deux de sel de pierre, & une bande de terre; ensuite une autre bande bleue suivie de deux pouces de sel; après quoi il y a des bandes alternatives de terre & de sel cristallin jusqu'au lit de la mine qui est de plâtre; descendant au vallon & montant aux collines qui sont vis-à-vis; les bandes de terre sont d'un bleu-obscur, & les lits de sel sont de couleur blanche : cette mine est très élevée, eu égard à la mer; parce que depuis Bayonne on monte toujours pour y arriver. *Histoire Naturelle d'Espagne, par M. Bowles, pages 376 & suiv.*

Cardonne, une montagne entière de sel (f) : en d'autres endroits, les amas de sel gemme forment des bancs d'une très grande épaisseur sur une étendue de deux ou trois lieues en longueur & d'une largeur indéterminée, comme on l'a observé dans la mine de Wieliczka en Pologne, qui est la plus célèbre de toutes celles du Nord.

Les bancs de sel y sont surmontés de plusieurs lits de glaïses, mêlés, comme les autres glaïses, d'un peu de sable & de débris

---

(f) La ville de Cardonne est située au pied d'une montagne de sel, qui est presque coupée perpendiculairement du côté de la rivière : cette montagne est une masse énorme de sel solide de quatre ou cinq cents pieds de haut, sans raies ni fentes, ni couches, & il n'y a point de plâtre aux environs ; elle a une lieue de circuit. . . On ignore la profondeur du sel, qui pour l'ordinaire est blanc ; il y en a aussi du rouge. . . d'autre d'un bleu-clair ; mais ces couleurs disparaissent lorsque le sel est écrasé, car dans cet état il est blanc. . .

La superficie de la montagne est grande ; cependant les pluies ne font pas diminuer le sel : la rivière qui coule au pied est néanmoins salée, & quand il pleut, la saison augmente & fait mourir le poisson ; mais ce mauvais effet ne s'étend pas à plus de trois lieues, après quoi le poisson se porte aussi bien qu'ailleurs. *Histoire Naturelle d'Espagne, par M. Bowles, page 410 & suiv.* Les Anciens ont parlé de ces montagnes de sel de l'Espagne : *Est, dit Aulu-Gelle, in his regionibus (Hispaniæ), mons ex sale mero magnus, quantum demas, tantum ad crescit.* Aulu-Gell. lib. II, chap. XXII, ex Catone.

de coquilles & autres productions marines. L'argile ou glaise contient l'acide, & les corps marins contiennent l'alkali; on pourroit donc imaginer qu'ils ont fourni l'alkali nécessaire pour former avec l'acide ce sel fossile; mais, lorsqu'on jette les yeux sur l'épaisseur énorme de ces bancs de sel, on voit que quand même la glaise & les corps marins qu'elle renferme se seroient entièrement dépouillés de leur acide & de leur alkali, ils n'auroient pu produire que les dernières couches superficielles de ces bancs; dont l'épaisseur étonne encore plus que leur étendue. Il me semble donc que, pour concevoir la formation de ces masses immenses de sel pur, il faut avoir recours à une cause plus puissante & plus ancienne que celle de la stillation des eaux & de la dissolution des sels contenus dans les terres qui surmontent ces salines; elles ont commencé par être des marais salans, où l'eau de la mer en stagnation a produit successivement les couches de sel qui composent ces bancs, & qui se sont déposées les unes sur les autres à mesure qu'elles se formoient par l'évaporation des eaux qui arrivoient pour remplacer les premières, & qui laissoient de même déposer leur sel après l'évaporation; en sorte que dans le temps où la chaleur du Globe étoit beaucoup plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui, le sel a dû se former bien plus promptement & plus abondamment qu'il ne se forme dans nos marais salans; aussi ce sel gemme est-il communément plus solide & plus pur que celui que nous obtenons en fai-

tant évaporer les eaux salées ; il a retenu moins d'eau dans sa cristallisation , il attire moins l'humidité de l'air & ne se dissout qu'avec beaucoup de temps dans l'eau , à moins qu'on n'aide la dissolution par le secours de la chaleur.

On vient de voir, par les notes précédentes , que ces grands amas de sel gemme se trouvent tous , ou sous des couches de glaises & de marne , ou sous des bancs de plâtre , c'est-à-dire , sous des matières déposées & transportées par les eaux , & que par conséquent la formation de ces amas de sel est à-peu-près contemporaine aux dernières alluvions des eaux , dont les dépôts sont en effet les glaises mêlées de craie & les platres , matières dont la substance est analogue à celle du sel marin , puisqu'elles contiennent en même temps l'acide & l'alkali qui font l'essence de sa composition ; cependant , je le répète , ce ne sont pas les parties salines contenues dans ces bancs argileux , marneux & plâtreux , qui seules ont pu produire ces énormes dépôts de sel gemme , quand même ces bancs de terre auroient été de huit cents pieds plus épais , comme le dit M. Bowles ; & ce ne peut être que par des alternatives d'alluvion & de dessèchement , & par une évaporation prompte , que ces grandes masses de sel ont pu s'accumuler.

Pour faire mieux entendre cette formation successive , supposons que le sol sur lequel porte la dernière couche saline fût alternativement baigné par les marées , & que pendant les six heures de l'alluvion du flux , la

chaleur fût alors assez grande, comme elle l'étoit en effet, pour causer, dans cet intervalle de six heures, la prompte évaporation de quelques pouces d'épaisseur d'eau, il se fera dès-lors formé sur ce sol une première couche de sel de quelques lignes d'épaisseur, & douze heures après, cette première couche aura été surmontée d'une autre produite par la même cause; en sorte que, dans les lieux où la marée s'élevoit à une grande hauteur, les amas de sel ont pu prendre presque autant d'épaisseur; cette cause a certainement produit un tel effet dans plusieurs lieux de la terre, & particulièrement dans ceux où les amas de sel ne sont pas d'une très grande épaisseur, & quelques-uns de ces amas semblent offrir encore la trace des ondes qui les ont accumulés (g); mais dans les lieux où

---

(g) Aux environs de la ville de *Northwich*, dans le Comté de Chester en Angleterre, & dans un terrain plat, on exploite quantité de mines de sel. Le sel en roc ou en masse, s'y trouve à vingt toises de profondeur perpendiculaire, recouvert d'une espèce de schiste noir, & au-dessus d'un sable que l'on voit sur toute la surface.

Dans la crainte de rencontrer des sources d'eau qui gèneroient, ou peut-être détruiraient l'exploitation, on n'a pas approfondi dans la masse de sel au-dessous de dix toises; de sorte qu'on en ignore absolument l'épaisseur; on n'a pas même osé la sonder.

Le sel en roc paroît avoir été déposé par couches ou lits de plusieurs couleurs; il est généralement d'un rouge foncé, ressemblant à-peu-près à la couleur du sable qui  
ces

ces amas sont épais de cinquante & peut-être de cent pieds, comme à Wieliczka en Pologne, & à Cardone en Catalogne, on peut encore supposer très légitimement une seconde circonstance qui a pu concourir comme cause avec la première. Cette circonstance s'est trouvée dans les lieux où la mer formoit des anses ou des bassins, dans lesquels son eau stagnante devoit s'évaporer presque aussi vite qu'elle se renouveloit, ou bien s'évaporoit en entier lorsqu'elle ne pouvoit être renouvelée (h). On peut se former une idée de ces anciens bassins de la mer & de leur produit en sel, par les lacs salés que nous connoissons en plusieurs endroits de la

compose la surface du terrain; d'autres de différentes nuances, & enfin de celui qui est parfaitement blanc & pur, sans aucun mélange. Mais ce qu'il y a encore de très particulier, c'est que ces couches de sel sont dans une position qui feroit croire que le dépôt s'en est fait par ondes, comme on voit ceux que la mer fait sur ses côtes. *Voyages métallurgiques, par M. Jars, tome III, page 332.*

(h) L'été du Groënland, moins long qu'ailleurs, y est pourtant assez chaud pour qu'on soit obligé de se dégar-  
nir quand on marche, sur-tout dans les baies & les vallons où les rayons du soleil se concentrent, sans que les vents de mer y pénètrent. L'eau, qui reste dans les bassins & les creux des rochers après le flux, s'y coagule au soleil, & s'y cristallise en un très beau sel de la plus grande blancheur. *Histoire générale des Voyages, tome XIX, page 20.*

surface de la terre ; une chaleur double de celle de la température actuelle , causeroit en peu de temps l'entière évaporation de l'eau , & laisseroit au fond toute la masse de sel qu'elle tient en dissolution , & l'épaisseur de ce dépôt salin seroit proportionnelle à la quantité d'eau contenue dans le bassin & enlevée par l'évaporation , en sorte , par exemple , qu'en supposant huit cents brasses ou quatre mille pieds de profondeur au bassin , on auroit au moins cent pieds d'épaisseur de sel après l'évaporation de cette eau qui , comme l'on sait , contient communément un quarantième de sel relativement à son poids ; je dis cent pieds *au moins* , car ici le volume augmente plus que proportionnellement à la masse ; je ne fais si cette augmentation relative a été déterminée par des expériences , mais je suis persuadé qu'elle est considérable , tant par la quantité d'eau que le sel retient dans sa cristallisation , que par les matières grasses & terreuses dont l'eau de la mer est toujours chargée , & que l'évaporation ne peut enlever.

Quoi qu'il en soit , les vues que je viens de présenter sont suffisantes pour concevoir la formation de ces prodigieux dépôts de sel sur lesquels nous croyons devoir donner encore quelques détails importants. Voici l'ordre des différens bancs de terre & de pierre qu'on trouve avant de parvenir au sel dans les mines de Wieliczka : « Le premier lit , celui qui s'étend jusqu'à l'extérieur de la mine , est de sable , c'est-à-dire , un amas de grains fins arrondis ,



» blancs, jaunâtres & même rougeâtres. Ce  
» banc de sable est suivi de plusieurs lits de  
» terre argileuse plus ou moins colorée ;  
» mais le plus ordinairement ces terres ont  
» la couleur de rouille-de-fer. Ces lits de  
» terre, à une certaine profondeur, sont sé-  
» parés par des lames de pierre que leur peu  
» d'épaisseur, jointe à leur couleur noirâtre,  
» feroit regarder comme des ardoises ; ce  
» sont des pierres feuilletées... On descend  
» d'abord dans le premier étage par une  
» espèce de puits de huit pieds en quarré,  
» ayant deux cents pieds de France de pro-  
» fondeur, au lieu de six cents, comme on  
» a voulu le dire.... On y trouve une cha-  
» pelle taillée dans la masse du sel, & qui  
» peut avoir environ trente pieds de lon-  
» gueur sur vingt-quatre de largeur, & dix-  
» huit de hauteur ; tous les ornemens & les  
» images de cette chapelle sont aussi faits  
» avec du sel.... Il n'y a que neuf cents  
» pieds de profondeur depuis le sommet de  
» la mine jusque dans l'endroit le plus pro-  
» fond.... Et il est étonnant qu'on ait voulu  
» persuader le public qu'il y avoit dans cette  
» mine une espèce de ville souterraine,  
» puisqu'il n'y a dans les galeries que quel-  
» ques petites chambres qui sont destinées  
» à enfermer les outils des Ouvriers lors-  
» qu'ils s'en vont le soir de la mine...

» Plus on pénètre profondément dans ces  
» salines, plus l'on trouve le sel abondant  
» & pur ; si l'on rencontre quelques couches  
» de terre, elles n'ont ordinairement que  
» deux à trois pieds d'épaisseur & fort peu

» d'étendue ; toutes ces couches sont d'une  
» glaise plus ou moins sableuse.

» On n'a point trouvé jusqu'à présent dans  
» ces mines, aucune production volcanique,  
» telles que soufre, bitume, charbon miné-  
» ral, &c. comme il s'en trouve dans les  
» salines de Halle, de la haute Saxe & du  
» comté de Tyrol. On y trouve beaucoup  
» de coquilles, principalement des bivalves  
» & des madrépores....

» Je n'affurerais pas que ces mines aient,  
» comme on le dit, trois lieues d'étendue  
» en tous sens.... Mais il y a lieu de croire  
» qu'elles communiquent à celles de Bochnia  
» (ville à cinq milles au levant de Wieliczka),  
» où l'on exploite le même sel ; le travail  
» de Wieliczka a toujours été dirigé du côté  
» de Bochnia, & celui de Bochnia du côté de  
» Wieliczka jusqu'en 1772, qu'on se trouva  
» arrêté de part & d'autre par un lit de terre  
» marneuse, ne contenant pas un atome de  
» sel.... Mais l'Administration ayant dirigé  
» l'exploitation du côté du midi, on trouva  
» du sel beaucoup plus pur....

» On détache ce sel de la masse, en blocs  
» qui ont ordinairement sept à huit pieds  
» de longueur sur quatre de largeur & deux  
» d'épaisseur ; on emploie pour cela des coins  
» de fer, & on opère à-peu-près de la ma-  
» nière qu'on le fait dans nos carrières pour  
» en tirer la pierre de taille... Lorsque ces  
» gros blocs sont ainsi détachés, on les di-  
» vise en trois ou quatre parties dont on fait  
» des cylindres pour faciliter le transport..  
» Les morceaux de sel que l'on trouve

» quelquefois dans cette mine de Wieliczka ;  
 » se rencontrent par cubes isolés dans les  
 » couches de glaises , sans affecter de marche  
 » régulière , & quelquefois formant des  
 » bandes de deux à trois pouces d'épaisseur  
 » dans la masse du sel ; mais celui qui se  
 » trouve en grain dans la glaise , est toujours  
 » le plus beau , & on conduit presque tout  
 » ce sel blanc dans l'endroit que l'on appelle  
 » la *Chancellerie* , qui est un bureau où travail-  
 » lent quatre Commis pendant la journée :  
 » tout ce qui orne cette Chancellerie , comme  
 » tables , armoires , &c. est en sel... Avec les  
 » morceaux de sel blanc les plus transparens ,  
 » on travaille de jolis ouvrages qui ont dif-  
 » férentes formes , comme des crucifix , des  
 » tables , des chaises , des tasses à café , des  
 » canons montés sur leurs affûts , des mon-  
 » tres , des salières , &c. (i) »

Nous ne pouvons douter qu'il n'y ait en  
 France des mines de sel gemme , puisque  
 nous y connoissons un grand nombre de fon-  
 taines salées , & dans nos provinces même  
 les plus éloignées de la mer ; mais la re-  
 cherche de ces mines est prohibée , & même  
 l'usage de l'eau qui en découle nous est in-  
 terdit par une loi fiscale , qui s'oppose au  
 droit si légitime d'user de ce que la Nature  
 nous offre avec profusion ; loi de proscription  
 contre l'aisance de l'homme & la santé des

---

(i) Observations sur les mines de sel de Wieliczka ,  
 par M. Bernard. *Journal de Physique*, mois de Décembre  
 1780 , page 159 & suiv.

animaux qui , comme nous , doivent participer aux bienfaits de la mère commune , & qui faute de sel ne vivent & ne se multiplient qu'à demi ; loi de malheur , ou plutôt sentence de mort contre les générations à venir , qui n'est fondée que sur le mécompte & sur l'ignorance , puisque le libre usage de cette denrée , si nécessaire à l'homme & à tous les êtres vivans , feroit plus de bien & deviendrait plus utile à l'Etat que le produit de la prohibition ; car il soutiendrait & augmenterait la vigueur , la santé , la propagation , la multiplication des hommes & de tous les animaux utiles. La Gabelle fait plus de mal à l'Agriculture que la grêle & la gelée ; les bœufs , les chevaux , les moutons , tous nos premiers aides dans cet art de première nécessité & de réelle utilité , ont encore plus besoin que nous de ce sel qui leur étoit offert comme l'assaisonnement de leur insipide herbage , & comme préservatif contre l'humidité putride dont nous les voyons périr ; tristes réflexions , que j'abrège en disant que l'anéantissement d'un bienfait de la Nature est un crime dont l'homme ne se fût jamais rendu coupable s'il eût entendu ses véritables intérêts.

Les mines de sel se présentent dans tous les pays où l'on a la liberté d'en faire usage (k) ; il y en a tout autant en Asie

---

(k) Nous séjournâmes un jour à *Bex* ( dans le voisinage de Lausanne en Suisse ) , & nous l'employâmes à visiter des *salines* qui sont dans la montagne : on y cher-

qu'en Europe , & le despotisme oriental qui nous paroît si pesant pour l'humanité, s'est cependant abstenu de peser sur la Nature : le sel est commun en Perse & ne paie aucun droit (1) ; les salines y sont en grand nom-

---

che en poussant des galeries dans le sein du rocher , la *masse de sel*, où une source d'eau prend en y passant celui qu'elle charie & qu'on en tire à grands frais : le rocher montre en quelques endroits des veines de ce sel qui font espérer qu'on trouvera cette masse. *Lettres de M. de Luc, citoyen de Genève, pages 9 & 10.*

(1) Le sel se fait par la Nature toute seule , & sans aucun art ; le soufre & l'alun se font de même : il y a deux sortes de sel dans le pays , celui des terres & celui des mines ou de roche. Il n'y a rien de plus commun en Perse que le sel ; car, d'un côté, il n'y a nul droit dessus, & de l'autre vous trouvez des plaines entières, longues de dix lieues & plus, toutes couvertes de sel, & vous en trouvez d'autres qui sont couvertes de soufre & d'alun : on en passe quantité de cette sorte en voyageant dans la Parthide , dans la Perse, dans la Caramanie. Il y a une plaine de sel proche de Cachan, qu'il faut passer pour aller en Hircanie, où vous trouvez le sel aussi net & aussi pur qu'il se puisse. Dans la Médie & à Ispahan le sel se tire des mines, & on le transporte par gros quartiers comme la pierre de taille ; il est si dur en des endroits , comme dans la Caramanie déserte, qu'on en emploie les pierres dans la construction des maisons des pauvres gens. *Voyages de Chardin en Perse, &c. Amsterdam, 1711, tome II, page 23. Nota.* Cette dernière particularité n'est point du tout fabuleuse; Pline parle de ces constructions en masses de sel, que l'on ci-

bre, tant à la surface que dans l'intérieur de la terre. On voit aux environs d'Astracan,

---

mente, ajoute-t-il, en les mouillant : *Gerris, Arabia oppido, muros domosque massis salis faciunt, aquâ ferru-minantes* : au reste, de pareilles structures ne peuvent subsister que dans un pays tel que l'Arabie, où il ne pleut jamais. — En sortant de la ville de *Kom*, à notre droite, nous découvrîmes la montagne de *Kilefim* qui n'est que médiocrement haute ; mais elle est ceinte de tous côtés de plusieurs collines stériles & pierreuses, qui ne produisent que du sel aussi-bien que toute la campagne voisine, & qui est toute blanche de sel & de salpêtre ; cette montagne, de même que celles de *Nochtzan*, de *Kul*, d'*Urumi*, de *Kemre*, de *Hemedan*, de *Bisetum*, & de *Suldur*, fournissent toute la Perse de sel, que l'on en tire comme d'une carrière. *Voyages d'Olcarius en Mes-covic. Paris, 1656, tome II, page 5.* — Il y a quantité de montagnes dans la Perse. . . . Il y en a plusieurs d'où l'on tire le sel comme on tire des pierres d'une carrière, & pour la valeur d'un sou on en donne un pied & demi en quarré. Il se trouve aussi des plaines dont le sable n'est que pur sel, mais il n'a pas le même effet que celui de France, & il en faut le double pour saler raisonnablement les viandes. *Voyages de Tavernier en Turquie, &c. tome II, pages 10 & 11.* — Quelques montagnes aux environs du château de *Thaïkan*, à deux journées nord-est quart de nord de *Balack*, ville située sur les frontières de Perse, sont composées du plus beau sel de roche : cette ville de *Balack* a été ruinée par les Tartares. *Histoire générale des Voyages, tome VII, p. 313.* — L'on trouve quantité de ruisseaux d'eau salée, au bord desquels s'épaissit & se forme un sel très blanc ; & ce  
une

une montagne de sel gemme (*m*), où les habitans du pays, & même les étrangers, ont la liberté d'en prendre autant qu'il leur plaît (*n*); il y a aussi des plaines immenses qui sont, pour ainsi dire, toutes couvertes de sel (*o*): on voit une semblable plaine de

---

qui est bien davantage, proche de Congo, il y a une plaine qui, par l'espace de plusieurs milles, est toute blanche de sel, lequel venant à se fondre en temps de pluie, & par ce moyen effaçant entièrement les chemins, cause une extrême confusion, & donne aux passans une peine incroyable. *Voyages d'Orient, par Le P. Philippe, Carme-déchauffé. Lion, 1669, liv. II, page 104.*

(*m*) On trouve dans la Province d'Astrakan, une montagne de sel qui, bien qu'on y en prenne journellement, semble ne point diminuer; ce sel est dur & aussi transparent que du cristal; il est permis à toutes sortes de gens d'y en faire couper, ce qui a enrichi beaucoup de Marchands. *Voyages historiques de l'Europe. Paris, 1693 tome II, pages 34 & 35.*

(*n*) Pline cite une montagne de sel aux Indes, laquelle étoit, dit-il, pour le Souverain son possesseur, une source inépuisable de richesse : *Sunt & montes nativi salis, ut in Indiâ oromenus, in quo lapidicinarum modo cæditur renascens, majusque Regum vestigal ex eo, quàm ex auro atque margaritis*, lib. XXXI, chap. 1, sect. 39.

(*o*) Au-delà du Volga, vers le couchant, s'étend une longue bruyère de plus de soixante-dix lieues d'Allemagne jusqu'au Pont-Euxin; & vers le midi, une autre de plus de quatre-vingts lieues le long de la mer Caspie... Mais ces déserts ne sont point si stériles qu'ils ne produisent du sel en plus grande quantité que les marais de

sel en Natolie (*p*). Pline dit que Ptolomée ; en plaçant son camp près de Péluse , découvrit sous le sable , une couche de sel

---

France & d'Espagne ; ceux de ces quartiers-là les appellent *Moskoski*. *Kainkowa* & *Gwoſtonki* , qui ſont à dix , quinze & trente werſtes d'Aſtrakan , ont des veines ſalées , que le ſoleil cuit & fait nager ſur l'eau l'épaifſeur d'un doigt , comme un criſtal de roche , & en ſi grande quantité qu'en payant deux liards d'impôt de chaque poud , c'eſt-à-dire , du poids de quarante livres , on en emporte tant que l'on veut ; il ſent la violette comme en France , & les Moſcovites en font un grand trafic , en le portant ſur le bord du Wolga , où ils le mettent en de grands monceaux juſqu'à ce qu'ils aient la commodité de le transporter ailleurs. *Petreins* , dans ſon Histoire de Moſcovie , dit qu'à deux lieues d'Aſtrakan , il y a deux montagnes qu'il nomme *Buſſin* , qui produiſent du ſel de roche en ſi grande abondance , que quand trente mille hommes y travailleroient inceſſamment , ils n'en pourroient paſſer les ſources ; mais je n'ai pu rien apprendre de ces montagnes imaginaires ; cependant il eſt certain que le fond des veines ſalées dont nous venons de parler eſt inépuifable , & que l'on n'en a pas ſitôt enlevé une croûte qu'il ne ſ'y en faſſe auſſitôt une nouvelle. Le même *Petreins* ſe trompe auſſi quand il dit que ces montagnes fournifſent de ſel la Médie , la Perſe & l'Arménie , puis-que ces Provinces ne manquent point de marais ſalans , non plus que la Moſcovie , ainſi que nous le verrons dans la ſuite. *Voyages d'Oléarius*. Paris , 1656 , tome I , page 319.

(*p*) Tavernier par'e d'une plaine de Natolie , qui a environ dix lieues de long , & une ou deux de large , qui



que l'on trouva s'étendre de l'Égypte à l'Arabie (q). La mer Caspienne & plusieurs autres lacs sont plus ou moins salés (r); ainsi, dans les terres les plus éloignées de l'Océan, l'on ne manque pas plus de sel que dans les contrées maritimes, & par-tout il ne coûte que les frais de l'extraction ou de l'évaporation. On peut voir dans les notes ci-jointes, la manière dont on recueille le sel à la

n'est qu'un lac salé dont l'eau se congèle & se forme en sel qu'on ne peut dissoudre qu'avec peine, si ce n'est dans l'eau chaude; ce lac fournit de sel presque toute la Natolie, & la charge d'une charrette, tirée par deux buffles, ne coûte sur le lieu qu'environ quarante cinq sous de notre monnoie: il s'appelle *Douflac*, c'est-à-dire, la place de sel, & le Bacha de Couchahur, petite ville qui est à deux journées, en retire vingt-quatre mille écus par an. *Voyages de Tavernier*, tome I, page 124.

(q) *Invenit & juxta Pelusium Ptolemaus Rex, cum castra faceret; quo exemplo postea inter Ægyptum & Arabiam captum est inveniri, detractis arenis*, lib. XXXI, chap. 1, sect. 39.

(r) Pline en parlant des rivières salées, qu'il place près de la mer Caspienne, dit que le sel forme une croûte à la surface, sous laquelle le fleuve coule, comme s'il étoit agglacé; ce qu'on ne peut néanmoins entendre que des rivières & des anes, où l'eau tranquille & dormante & baignant dans les chaleurs, donnoit lieu à la voûte de sel de se former. . . . *Sed & summa fluminum durantur in salem, amne reliquo veluti sub gelu fluente, ut apud Caspias portas, quæ talis flumina appellantur*. Hist. Nat. lib. XXXI, chap. 1, sect. 39.

Chine, au Japon & dans quelques autres provinces de l'Asie (f). En Afrique, il y a

---

(s) Les parties occidentales de la Chine qui bordent la Tartarie, sont bien pourvues de sel, malgré leur éloignement de la mer; outre les salines qui se trouvent dans quelques-unes de ces Provinces, on voit dans quelques autres une sorte de terre grise, comme dispersée de côté & d'autre, en pièces de trois ou quatre arpens, qui rend une prodigieuse quantité de sel. Pour le recueillir, on rend la surface de la terre aussi unie que la glace, en lui laissant assez de pente pour que l'eau ne s'y arrête point; lorsque le soleil vient à la sécher, jusqu'à faire paroître blanches les particules de sel qui s'y trouvent mêlées, on les rassemble en petits tas, qu'on bat ensuite soigneusement, afin que la pluie puisse s'y imbiber: la seconde opération consiste à les étendre sur de grandes tables un peu inclinées, qui ont des bords de quatre ou cinq doigts de hauteur; on y jette de l'eau fraîche, qui faisant fondre les parties de sel les entraîne avec elles dans de grands vaisseaux de terre, où elles tombent goutte à goutte par un petit tube. Après avoir ainsi dessalé la terre, on la fait sécher, on la réduit en poudre, & on la remet dans le lieu d'où on l'a tirée: dans l'espace de sept ou huit jours, elle s'imprègne de nouvelles parties de sel qu'on sépare encore par la même méthode.

Tandis que les hommes sont occupés de ce travail aux champs, leurs femmes & leurs enfans s'emploient, dans des hutes bâties au même lieu, à faire bouillir le sel dans de grandes chaudières de fer, sur un fourneau de terre percé de plusieurs trous, par lesquels tous les chaudrons reçoivent la même chaleur; la fumée passant par un long tuyau, en forme de cheminée, sort à l'extrémité du

peut-être encore plus de mines de sel qu'en Europe & en Asie : les Voyageurs citent les

---

fourneau : l'eau après avoir bouilli quelque temps devient épaisse & se change par degré , en un sel blanchâtre , qu'on ne cesse pas de remuer avec une grande spatule de fer jusqu'à ce qu'il soit devenu tout-à-fait blanc. *Histoire générale des Voyages, tome VI, pages 486 & 487.*

— Au Japon , le sel se fait avec de l'eau de la mer ; on creuse un grand espace de terre qu'on remplit de sable fin , sur lequel on jette de l'eau de la mer , & on le laisse sécher : on recommence la même opération jusqu'à ce que le sable paroisse assez imbibé de sel ; alors on le ramasse , on le met dans une cuve , dont le fond est percé en trois endroits : on y jette encore de l'eau de la mer , qu'on laisse filtrer au travers du sable ; on reçoit cette eau dans de grands vases , pour la faire bouillir jusqu'à certaine consistance , & le sel qui en sort , est calciné dans de petits pots de terre jusqu'à ce qu'il devienne blanc. *Histoire Naturelle du Japon, par Kämpfer, tome I, page 95.*

Chez les Mogols , il y a une mine de sel mêlée de sable à la profondeur d'un ponce sous terre ; cette région en est remplie : les Mogols , pour le purifier , mettent ce mélange dans un bassin où ils jettent de l'eau ; le sel venant à se dissoudre , ils le versent dans un autre bassin & le font bouillir ; après quoi ils le font sécher au soleil. Ils s'en procurent encore plus aisément dans leurs étangs d'eau de pluie , où il se ramasse de lui-même dans des trous ; & séchant au soleil , il laisse une croûte de sel fin & pur , qui est quelquefois épaisse de deux doigts , & qui se lève en masse. *Histoire générale des Voyages, tome VII, page 464.* — La Province de Portallon , au cou-

salines du cap de Bonne-espérance (1) : Kolbe sur-tout s'étend beaucoup sur la manière dont

---

chant de l'isle de Ceylan, a un port de mer d'où une partie du Royaume tire du sel & du poisson. . . . A l'égard des parties orientales que l'éloignement & la difficulté des chemins empêchent de tirer du sel de ce port, la Nature a pourvu à leurs besoins d'une autre maniere. Le vent d'est fait entrer l'eau de la mer dans le port de *Leaouva* ; & lorsqu'ensuite le vent d'ouest amène le beau temps, cette eau se congèle, & fournit aux habitans plus de sel qu'ils n'en peuvent employer. *Histoire générale des Voyages*, tome VIII, page 520.

Dans le Royaume d'Assem, on fait du sel en faisant sécher & brûler ensuite cette verdure qui se trouve ordinairement sur les eaux dormantes : les cendres qui en proviennent étant bouillies & passées servent de sel. La seconde méthode est de prendre de grandes feuilles de figuier que l'on sèche & que l'on brûle de même. Les cendres sont une espèce de sel d'une âcreté si piquante, qu'il seroit impossible d'en manger s'il n'étoit adouci : on met les cendres dans l'eau ; on les y remue l'espace de dix ou douze heures : ensuite on passe cette eau trois fois dans un linge, puis on la fait bouillir ; à mesure qu'elle bout, le fond s'épaissit, & lorsqu'elle est consumée, on trouve au fond de la chaudiere, un sel blanc & d'assez bon goût. C'est de la cendre des mêmes feuilles, qu'on fait dans le Royaume d'Assem, une lessive dont on blanchit les soies ; si le pays avoit plus de figuiers, les habitans feroient toutes leurs soies blanches, parce que la soie de cette couleur est beaucoup plus claire que l'autre. *Idem*, tome IX, page 548.

(1) Dans les environs de la baie de Saldanha, qui sont

s'y forme le sel & sur les moyens de le re-

---

habités par les *Kochoquas* ou *Salthanchaters*, il y a plusieurs mines de sel dont les Etrangers font commerce... Il y a aussi des salines dans plusieurs endroits du pays des *Damaquas*, mais elles ne sont d'aucun usage, parce qu'elles sont trop éloignées des habitations Européennes, & que les Hottentots ne mangent jamais de sel. . . Dans toutes les terres du cap de Bonne espérance, le sel est formé par l'action du soleil sur l'eau des pluies; ces eaux s'amassent dans des espèces de bassins naturels pendant la saison des pluies; elles entraînent avec elles, en descendant des montagnes & des collines, un limon gras dont la couleur est plombée, & c'est sur ce limon que se forme le sel dans les bassins.

L'eau, en descendant dans ces bassins, est toujours noirâtre & sale; mais au bout de quelque temps elle devient claire & limpide, & ne redevient noirâtre que dans le mois d'Octobre, temps auquel elle commence à devenir salée; à mesure que la chaleur de l'été devient plus grande, elle prend un goût plus âcre & plus salé, & sa couleur devient enfin d'un rouge foncé: les vents de sud-est souffant alors avec force, agitent cette eau & accélèrent l'évaporation. . . . Le sel commence à paroître sur les bords; sa quantité augmente de jour en jour, & vers le solstice d'été les bassins se trouvent remplis d'un beau sel blanc, dont la couche a quelquefois six pouces d'épaisseur, sur-tout si les pluies ont été assez considérables pour remplir d'eau ces creux ou ces bassins naturels. . . .

Dès que le sel est ainsi formé, chaque habitant des Colonies en fait sa provision pour toute l'année; il n'a besoin pour cela d'aucune permission, ni de payer aucun droit: il y a seulement deux bassins qui sont réservés

cueillir. En Abyssinie, il y a de vastes plaines

---

pour la Compagnie Hollandoise & pour le Gouvernement, & dans lesquels les Colons ne prennent point de sel. . .

Ce sel du cap de Bonne-espérance est blanc & transparent; ses grains ont ordinairement six angles, & quelquefois plus; le plus blanc & le plus fin est celui qui se tire du milieu du bassin, c'est-à-dire, de l'endroit où la couche de sel est la plus épaisse. . . . Celui des bords est grossier, dur & amer; cependant on le préfère pour saler la viande & le poisson, parce qu'il est plus dur à fondre que celui du milieu du bassin; mais ni l'un ni l'autre ne vaut celui d'Europe pour ces sortes de salaisons, & les viandes qui en sont salées ne peuvent jamais soutenir un long voyage.

La manière dont se forme ce sel, ressemble trop à celle dont se produit le nitre pour ne pas supposer que le sel du Cap vient en bonne partie, du nitre que le terrain & l'air contiennent dans ce pays. . . Ces parties nitreuses descendent peu-à-peu sur la terre où elles restent renfermées jusqu'à ce que les pluies, tombant en abondance, lavent le terrain & les entraînent avec elles dans les bassins. . . . D'un autre côté, on a lieu de présumer que le terrain des vallées du Cap est naturellement salé, puisque l'herbe qui croît dans ces vallées, a un goût d'amertume & de salure, & que les Hollandois nomment ces pâturages *terres faumaches*; & ce fait seul seroit suffisant pour expliquer la formation du sel dans les terrains du cap de Bonne-espérance.

Enfin pour prouver que l'air est chargé de particules salugineuses au Cap, M. Kolbe rapporte une expérience qui a été faite par un de ses amis, dont il résulte que si l'on reçoit dans un vaisseau, les vents qui soufflent au

toutes couvertes de sel, & l'on y connoît

---

Cap, il se forme sur les parois de ce vaisseau, de petites gouttes qui augmentant peu-à-peu, le remplissent en entier; que cette eau, qui d'abord ne paroît pas être salée, étant exposée dans un endroit où la chaleur & l'air puissent agir en même temps sur l'eau & sur le vaisseau, elle devient dans l'espace de trois ou quatre heures saffugineuse & blanchâtre, paroît comme mélangée de vert de mer & de bleu céleste, & laisse un sédiment qui prend la forme de gelée.

Lorsqu'après cela on couvre légèrement le vaisseau & qu'on le met sur un fourneau, cette eau devient d'abord jaune, ensuite rougeâtre, & enfin elle prend une couleur d'un rouge écarlate; il s'y forme après cela divers corps de différentes figures: les parties *nitreuses* sont sexangulaires, canelées & oblongues, les *vitrioliques* (ou plutôt de sel marin), ont la figure cubique, & les *urinaires* prennent une figure sexangulaire, ronde & étoilée. On démêle aussi les parties de sel, les unes sont jaunes, les autres blanches & brillantes, &c. . . . Telle est, ajoute M. Kolbe, l'expérience que mon Correspondant a faite & qu'il a réitérée soixante-dix fois & toujours avec le même succès; toujours il a retiré de cette eau *aérienne* les trois principes, &c. *Description du cap de Bonne-es-pérance. Amsterdam, 1741, partie II, pages 110, 128, 195 & jusqu'à 202. Nota.* L'on peut dire que par-tout l'air des environs de la mer est salé à peu-près comme au Cap, & cet air salé, pompé par la végétation, donne un goût salin à ses productions. Il y a des raisins & d'autres fruits salés: les différentes plantes dont on fait le vareck, le sont plus ou moins, suivant les différens parages. Celles qui sont le plus proche des embouchures

aussi des mines de sel gemme (*u*); il s'en trouve de même aux îles du cap Vert (*x*),

---

des fleuves le sont moins que celles qui croissent sur les écueils des hautes mers.

(*u*) Le P. Lobo dit qu'en partant du port de Baylno sur la mer Rouge, il traversa de grandes plaines de sel qui aboutissent aux montagnes de Duan, par lesquelles l'Abyssinie est séparée du pays des Galles & des Mores... Le même Auteur dit que la principale monnoie des Abyssins, est le sel qu'on donne par morceaux de la longueur d'une palme, larges & épais de quatre doigts : chacun en porte un petit morceau dans sa poche; lorsque deux amis se rencontrent, ils tirent leurs petits morceaux de sel & se le donnent à lécher l'un à l'autre. *Bibliothèque raisonnée, tome I, pages 56 & 58.* — On se sert en Ethiopie de sel de roche pour la petite monnoie : il est blanc comme la neige, & dur comme la pierre : on le tire de la montagne Lafia, & on le porte dans les magasins de l'Empereur, où on le forme en tablettes, qu'on appelle *amouly*, ou en demi-tablettes qu'on nomme *courman*. Chaque tablette est longue d'un pied, large & épaisse de trois pouces : dix de ces tablettes valent trois livres de France. On les rompt selon le payement qu'on a à faire, & on se sert de ce sel également pour la monnoie & pour l'usage domestique. *M. Poncet, suite des Lettres édifiantes. Paris, 1704, quatrième Recueil, page 329.*

(*x*) L'isle de *Sal*, l'une de celles du cap Vert, tire son nom de la grande quantité de sel qui s'y congèle naturellement, toute l'isle étant pleine de marais salans; le terroir est fort stérile, ne produisant aucun arbre, &c. *Nouveau Voyage autour du monde, par Dampier. Rouen, 1715, tome I, page 92.* — Il y a des mines de sel dans



au cap Blanc (y); & comme la chaleur est excessive au Sénégal, en Guinée & dans toutes les terres basses de l'Afrique, le sel s'y forme par une évaporation prompte &

---

l'isle de *Buona - Vista*, l'une des isles du cap Vert; on en charge des Vaisseaux, & l'on en conduit dans la Baltique. *Histoire générale des Voyages, tome II, page 293.* — L'isle de *Mai* est la plus célèbre des isles du cap Vert par son sel, que les Anglois chargent tous les ans dans leurs Vaisseaux. Barbot assure que cette isle pourroit en fournir tous les ans la cargaison de mille Vaisseaux. Ce sel se charge dans des espèces de marais salans où les eaux de la mer sont introduites dans le temps des marées vives, par de petits aqueducs pratiqués dans le banc de sable: ceux qui le viennent charger le prennent dans quelques endroits secs avant que l'on y introduise de l'eau nouvelle. Dans cet étang, le sel ne commence à se congeler que dans la saison sèche; au lieu que dans les salines des Indes occidentales, c'est au temps des pluies, particulièrement dans l'isle de la Tortue. *Histoire générale des Voyages, tome II, page 372.*

(y) A six journées de la ville de *Hoden*, derrière le cap Blanc, on trouve une ville nommée *Teggazza*, d'où l'on tire tous les ans une grande quantité de sel de roche, qui se transporte sur le dos des chameaux à *Tumbuto*, & de-là dans le Royaume de *Melly*, qui est du pays des Nègres. *Histoire générale des Voyages, tome II, page 293.* — Ces Nègres regardent le sel comme un préservatif contre la chaleur; ils en font chaque jour dissoudre un morceau dans un vase rempli d'eau, & l'avalent avec avidité, ils croient lui être redevables de leur santé & de leurs forces. *Idem, ibidem.*

presque continuelle (1) ; il s'en forme aussi

---

(1) On ne sauroit presque s'imaginer , combien est considérable le gain que les Nègres font à cuire le sel sur la côte de Guinée. . . Tous les Nègres du pays sont obligés à venir quérir le sel sur la côte ; ainsi , il ne vous sera pas difficile de comprendre que le sel y doit être extrêmement cher , & les gens du commun sont forcés de se contenter en place de sel , d'une certaine herbe un peu salée , leur bourse ne pouvant souffrir qu'ils achettent du sel.

Quelques milles dans les terres derrière Ardra , d'où viennent la plupart des esclaves , on en donne un & quelquefois deux pour une poignée de sel. . .

Voici la maniere de cuire le sel : quelques-uns font cuire l'eau de la mer dans des bassins de cuivre aussi long-temps qu'elle se mette ou se change en sel ; mais c'est la maniere la plus longue , & par conséquent la moins avantageuse ; aussi ne fait-on cela que dans les lieux où le pays est si haut , que la mer ou les rivières salées n'y peuvent couler par-dessus ; mais dans les autres endroits où l'eau des rivières ou de la mer se répand souvent , ils creusent de profondes fosses pour y renfermer l'eau qui se dérobe , ensuite de quoi le plus fin ou le plus doux de cette eau se sèche peu-à-peu par l'ardeur du soleil , & devient plus propre pour en tirer dans peu de temps beaucoup de sel.

En d'autres endroits ils ont des salines où l'eau est tellement séchée par la chaleur du soleil , qu'ils n'ont pas besoin de la faire cuire , mais n'ont qu'à l'amasser dans ces salines.

Ceux qui n'ont pas les moyens d'acheter des bassins de cuivre , ou qui ne veulent pas employer leur argent à

sur la côte d'Or (a), & il y a des mines

---

ces bassins, ou bien encore qui craignent que l'eau de mer devant cuire si long-temps, ces bassins ne fussent bientôt percés par le feu, prennent des pots de terre dont ils mettent dix ou douze les uns contre les autres, & font ainsi deux longues rangées, étant attachés les uns aux autres avec de l'argile, comme s'ils étoient maçonnés, & sous ces pots il y a comme un fourneau, où l'on met continuellement du bois; cette maniere est la plus ordinaire dont ils se servent, & avec laquelle cependant ils ne tirent pas tant de sel ni si promptement. Le sel est extrêmement fin & blanc sur toute la côte (à l'exception des environs d'Acra), principalement dans le pays de Fantin, où il surpasse presque la neige en blancheur. *Voyages de Bosman. Utrecht, 1705, pages 321 & suiv.*

Le long du rivage du canal de Biyurt, quelques lieues au-dessus de la barre du fleuve de Sénégal, la Nature a formé des salines fort riches; on en compte huit éloignées l'une de l'autre d'une ou deux lieues: ce sont de grands étangs d'eau salée, au fond desquels le sel se forme en masse; on le brise avec des crocs de fer pour le faire sécher au soleil: à mesure qu'on le tire de l'étang, il s'en forme d'autres. On s'en sert pour saler les cuirs; il est corrosif & fort inférieur en bonté au sel de l'Europe. Chaque étang a son Fermier, qui se nomme *Ghiodin* ou *Komeffu*, sous la dépendance du Roi de Kayor. *Histoire générale des Voyages, tome II, p. 489.*

(a) La Côte d'or en Afrique, fournit un fort bon sel & en abondance. . . . La méthode des Nègres est de faire bouillir l'eau de la mer dans des chaudières de cuivre, jusqu'à sa parfaite congélation. . . . Ceux qui sont situés plus avantageusement, creusent des fosses & des

de sel gemme au Congo (b) : en général l'Afrique, comme la région la plus chaude de la terre, a peu d'eau douce, & presque tous les lacs & autres eaux stagnantes de cette partie du monde sont plus ou moins salés.

L'Amérique, sur-tout dans les contrées méridionales, est assez abondante en sel marin; il s'en trouve aussi dans les Isles, & notamment à Saint-Domingue (c), & sur

---

trous, dans lesquels ils font entrer l'eau de la mer pendant la nuit : la terre étant d'elle-même salée & nitrée, les parties fraîches de l'eau s'exhalent bientôt à la chaleur du soleil, & laissent de fort bon sel, qui ne demande pas d'autres préparations. Dans quelques endroits, on voit des salines régulières où la seule peine des habitans est de recueillir le sel chaque jour. *Histoire générale des Voyages, tome IV, page 216 & suiv.*

(b) Le pays de Sogno est voisin des mines de Demba, d'où l'on tire à deux ou trois pieds de terre, un sel de roche d'une beauté parfaite, aussi clair que la glace, sans aucun mélange : on le coupe en pièces d'une aune de long, qui se transportent dans toutes les parties du pays. De Lille place les mines de sel dans le pays de Bamba : ce pays de Sogno fait partie du Royaume de Congo. *Idem, ibidem, page 626.*

(c) L'isle de Saint-Domingue a dans plusieurs endroits de ses côtes, des salines naturelles, & l'on trouve du sel minéral dans une montagne voisine du lac Xaragua, plus dur & plus corrosif que le sel marin ; avec cette propriété que les brèches que l'on y fait, se réparent, dit on, dans l'espace d'un an. Oviédo ajoute que toute la montagne

plusieurs côtes du continent (d) ; ainsi que

---

est d'un très bon sel, aussi luisant que le cristal, & comparable à celui de Cardone en Catalogne. *Idem*, tome XII, page 218. — Il y a dans cette île de très belles salines, qui sans être cultivées donnent du sel aussi blanc que la neige, & étant travaillées en pourroient fournir davantage que toutes les salines de France, de Portugal & d'Espagne. Il se rencontre de ces salines au midi, dans la baie d'Ocoa, dans le cul-de-sac, à un lieu nommé *Coridon*, au septentrion de l'isle vers l'orient, à Caracol, à Limonade, à Monte Cristo ; il y en a encore en plusieurs autres lieux, & ce ne sont ici que les principales. Outre ces salines marines l'on trouve dans les montagnes des mines de sel qu'on appelle ici *sel gemme*, qui est aussi beau & aussi bon que le sel marin : je l'ai moi-même éprouvé, & l'ai trouvé beaucoup meilleur que le premier. *Histoire des Aventuriers Boucaniers. Paris, 1686, tome I, page 84.*

(d) Derrière le cap d'Araya en Amérique, qui est vis-à-vis de la pointe occidentale de la Marguerite, la Nature a placé une saline qui seroit utile aux Navigateurs, si elle n'étoit pas trop éloignée du rivage ; mais dans l'intérieur du golfe, le continent forme un coude près duquel est une autre saline, la plus grande peut-être qu'on ait connue jusqu'aujourd'hui ; elle n'est pas à plus de trois cents pas du rivage, & l'on y trouve dans toutes les saisons de l'année un excellent sel, quoique moins abondant au temps des pluies : quelques-uns croient que les flots de la mer, poussés dans l'étang par les tempêtes, & n'ayant point d'issues pour en sortir, y sont coagulés par l'action du soleil, comme il arrive dans les salines artificielles de France & d'Espagne ; d'autres jugent que les eaux salées

dans les terres de l'isthme de Panama (e), dans celles du Pérou (f), de la Californie (g), &

s'y rendent de la mer par des conduits souterrains, parce que le rivage paroît trop convexe pour donner passage aux flots; enfin d'autres encore attribuent aux terres mêmes une qualité saline, qu'elles communiquent aux eaux de pluie: ce sel est si dur, qu'on ne peut en tirer sans y employer des instrumens de fer. *Histoire générale des Voyages, tome XIV, page 393.*

(e) Les Indiens de cet Isthme, tirent leur sel de l'eau de la mer, qu'ils cuisent dans des pots de terre jusqu'à ce qu'elle soit évaporée, & que le sel reste au fond en forme de gâteau; ils en coupent à mesure qu'ils en ont besoin; mais cette voie est si longue qu'ils n'en peuvent pas faire en grande quantité, & qu'ils l'épargnent beaucoup. *Voyage de Wafer, suite de Dampier, tome IV, page 241.* — Le sel minéral ou sel de pierre se trouve très abondamment au Pérou; il y a aussi dans la Province de *Lipes*, une plaine de sel de plus de quarante lieues de longueur sur seize de largeur, à l'endroit le plus étroit. *Métallurgie d'Alphonse Barba, tome I, page 24 & suiv.*

(f) Le port de Punta, dans le Corrégiment de Guayaquil au Pérou, est si riche en salines, qu'il suffit seul pour fournir du sel à toute la Province de Quito. *Histoire générale des Voyages, tome XIII, page 366.*

(g) Ce n'est pas de la mer qu'on tire le sel pour la Californie; il y a des salines dont le sel est blanc & luisant comme du cristal, mais en même temps si dur qu'on est souvent obligé de le rompre à grands coups de marteau. Il seroit d'un bon débit dans la nouvelle Espagne, où le sel est rare. *M. Poncet, suite des Lettres édifiantes. Paris, 1705, cinquième Recueil, page 271.*

jusques

jusques dans les terres Magellaniques (h).

Il y a donc du sel dans presque tous les pays du monde (i), soit en masses solides

(h) Vers le port Saint-Julien en Amérique, environ cinquante degrés de latitude sud, le Voyageur Narborough vit, en 1669, un marais qui n'avoit pas moins de deux milles de long, & sur lequel il trouva deux pouces d'épaisseur d'un sel très blanc, qu'on auroit pris de loin pour un pavé fort uni : ce sel étoit également agréable au palais & à l'odorat. *Histoire générale des Voyages, tome XI, page 36.* George Anson dit la même chose dans son voyage autour du Monde, p. 58.

(i) Les Voyageurs nous disent qu'au pays d'Assem aux Indes orientales, le sel naturel manque absolument, & que les habitans y suppléent par un sel artificiel : » Pour cet effet, ils prennent de grandes feuilles de la plante qu'on nomme aux Indes, *figuier d'Adam* : ils les font sécher, & après les avoir fait brûler, les cendres qui restent sont mises dans l'eau, qui en adoucit l'âpreté : » on les y remue pendant dix à douze heures, après quoi l'on passe cette eau au travers d'un linge, & on la fait bouillir : à mesure qu'elle bout, le fond s'épaissit, & quand elle est consumée, on y trouve pour sédiment au fond du vase, un sel blanc & assez bon ; mais c'est-là le sel des riches, & les pauvres de ce pays en emploient d'un ordre inférieur. Pour le faire, on ramasse l'écume verdâtre, qui s'élève sur les eaux dormantes & en couvre la superficie : on fait sécher cette matière, on la brûle, & les cendres qui en proviennent étant boullies, il en vient une espèce de sel que le commun peuple d'Assem emploie aux mêmes usages que nous employons le nôtre. *Académie des Sciences de Berlin, année 1745, page 73.*

Minéraux. Tome IV.

D

à l'intérieur de la terre, soit en poudre cristallisée à sa surface, soit en dissolution dans les eaux courantes ou stagnantes. Le sel en masse ou en poudre cristallisée, ne coûte que la peine de le tirer de sa mine ou celle de le recueillir sur la terre; celui qui est dissous dans l'eau ne peut s'obtenir que par l'évaporation; & dans les pays où les matières combustibles sont rares, on peut se servir avantageusement de la chaleur du soleil, & même l'augmenter par des miroirs ardents, lorsque la masse de l'eau salée n'est pas considérable; & l'on a observé que les vents secs font autant & peut-être plus d'effet que le soleil sur la surface des marais salans. On voit, par le témoignage de Pline, que les Germains & les Gaulois tiroient le sel des fontaines salées, par le moyen du feu (k); mais le bois ne leur coûtoit rien, ou si peu qu'ils n'ont pas eu besoin de recourir à d'autres moyens; aujourd'hui, & même depuis plus d'un siècle, on fait le sel en France par la seule évaporation, en attirant l'eau de la mer dans de grands terrains qu'on appelle des *marais salans*. M. Montell a donné une description très exacte des marais salans de *Pécais* dans le bas Languedoc (l); on peut en lire l'extrait dans la

---

(k) *Galliæ, Germaniæque ardentibus lignis aquam salis infundunt.* Pline, lib. XXXI, chap. 1, sect. 39.

(l) Ces salines de *Pécais* sont situées à une lieue & demie d'Aigue-mortes, dans une plaine dont l'étendue est



note ci-dessous : on ne fait à Pécais qu'une récolte de sel chaque année, & le temps nécessaire à l'évaporation est de quatre ou cinq mois, depuis le commencement de Mai jusqu'à la fin de Septembre.

---

d'environ une lieue & demie en tout sens : ce terrain est presque tout sablonneux & limoneux, mêlé avec un débris de coquillage que la mer y a jettés. . . . Ce terrain est coupé de canaux creusés exprès pour la facilité du transport des sels qui ne se fait qu'en hiver ou dans des barques ; on le dépose dans le grand entrepôt pour le compte du Roi. . . .

On compte dix-sept salines dans tout le terrain de Pécais ; mais il n'y en a que douze qui soient en valeur, & toutes sont éloignées de la mer d'environ deux mille toises. Ce terrain de Pécais est plus bas que les étangs qui sont séparés de la mer par une plage, & qui communiquent avec elle par quelques ouvertures : il est aussi plus bas que le bras du Rhône qui passe à Saint-Gilles, dont on a tiré un canal qui arrive à Pécais ; il y a des digues, tant du côté de ce bras du Rhône que du côté des étangs, pour empêcher les inondations.

Toute l'eau dont on se sert dans les douze salines, vient des étangs. . . Ces salines sont divisées en compartimens de cinquante, cent, &c. arpens chacun ; plus ils sont grands & plus la récolte de sel est abondante, parce que l'eau salée qui vient des étangs parcourt plus d'espace & a plus de temps pour s'évaporer. . . C'est au commencement de Mai que l'on fait les premiers travaux en divisant les grands compartimens en d'autres plus petits : cette séparation se fait par le moyen des bâtardeaux, des piquets, des fascines & de la terre. . . On ne fait en-

Il y a de même des marais salans en Provence, dans lesquels on fait quelquefois deux récoltes chaque année, parce que la chaleur & la sécheresse de l'été y sont plus grandes; & comme la mer Méditerranée n'a

---

trer qu'environ un pied & demi d'eau sur le terrain, & comme il est imprégné de sel depuis plusieurs siècles, l'eau à force de rouler dessus se charge d'une plus grande quantité de sel. . . L'eau évaporée par la chaleur du soleil, produit à sa surface une pellicule, & lorsqu'elle est prête à former le sel, elle paroît quelquefois rouge ou de couleur de rose, quand on la regarde à une certaine distance, & d'autres fois claire & limpide : mais les Ouvriers en jugent par une épreuve fort simple; ils plongent la main dans l'eau salée, & tout de suite ils la présentent à l'air; s'il se forme dans l'instant sur la surface de la peau, de petits cristaux & une légère croûte saline, ils jugent que l'eau est au point requis, & qu'il faut la conduire aux réservoirs, ensuite aux puits à roue, & enfin dans les tables pour la faire cristalliser. . . Les puits à roue n'ont ordinairement que cinq à six pieds de profondeur. . . Les tables ont des rebords formés de terre, pour y retenir huit à douze lignes d'eau que l'on y fait entrer toutes les vingt quatre heures, & on ne lève du sel qu'après avoir réitéré l'introduction de l'eau sur les tables, une vingtaine de fois, c'est-à-dire, au bout de vingt jours : si la cristallisation a bien réussi, il reste après ce temps une épaisseur de sel d'environ trois ponces ou de deux ponces & demi. . . Ce sel est quelquefois si dur, sur tout lorsque les vents du nord ont régné pendant l'évaporation, qu'il faut se servir de pelles de fer pour le détacher. . . On enlève ce sel ainsi formé sur les ta-

ni flux ni reflux, il y a plus de sûreté & moins d'inconvéniens à établir des marais salans dans son voisinage que dans celui de l'Océan. Les seuls marais salans de Pécais, dit M. Montel, rapportent à la Ferme géné-

---

bles, & on en forme des monceaux de pyramides, qui contiennent chacun environ quatre-vingts ou quatre-vingt-six minots de sel, du poids de cent livres par minot; au bout de vingt-quatre heures, on rassemble tous ces petits monceaux de sel, & on en forme sur un terrain élevé, des amas qui ont quelquefois cent toises de long, onze de large & cinq de hauteur, que l'on couvre ensuite de paille ou de roseau, en attendant qu'on puisse les faire transporter sur les grands entrepôts de vente, où l'on charge le sel pour l'approvisionnement des greniers du Roi.

On ne fait chaque année, dans toutes les salines de Pécais, qu'une seule récolte; dans les salines de Provence, à ce qu'on m'a assuré, on fait quelquefois une seconde récolte de sel, qui est fort inférieur à celui de la première.

Si dans l'espace de quatre mois, que dure toute la manœuvre de l'opération, il survient des pluies fréquentes, des vents de mer ou des orages, on fait une mauvaise récolte; il faudroit toujours, pour bien réussir, un soleil ardent & un vent de nord ou nord-ouest. . . Les inondations du Rhône, qui répandent des eaux douces sur le terrain des salines, font quelquefois perdre la récolte d'une année.

Suivant le règlement des Gabelles, on doit ne laisser le sel en tas que pendant une année, pour lui faire perdre cette amertume & cette âcreté qu'on lui trouve lors-

rale , sept ou huit millions par an : pour que la récolte du sel soit regardée comme bonne, il faut que la couche de sel , produite par l'évaporation successive pendant quatre à cinq mois , soit épaisse de deux pouces &

---

qu'il est récemment fabriqué ; mais il y reste bien plus long-temps ; car les Propriétaires ne le vendent ordinairement aux Fermiers-généraux , qu'au bout de trois , quatre & quelquefois cinq ans ; au bout de ce temps , il est si dur qu'on ne peut le détacher qu'avec des pics de fer.

Dans les bonnes récoltes , on tire des salines de Pécais jusqu'à cinq cents treize mille minots de sel. . . On le vend au Roi sur le pied de quarante-deux livres quinze sous le gros muids ( c'est-à-dire , cinq sous le minot , pesant cent livres ). . . Elles produisent au Roi environ sept à huit millions par an. . .

Les bords des canaux qui conduisent l'eau dans les puits à roue , sont couverts de cristallisations de sel , que l'on est obligé de détacher de temps en temps , parce qu'avec le temps elles intercepteroient le passage de l'eau.. La surface de l'eau qui coule au milieu du canal , est couverte d'une pellicule mince , qui est un indice pour connoître quand une dissolution de certains sels , doit être mise à cristalliser.

La plaine de sel que l'on voit sur les compartimens , & dont la blancheur se fait appercevoir de loin , ne commence à paroître que dans les premiers jours de Juin ; temps où les eaux sont déjà prêtes à être conduites dans les puits à roue , & se soutient jusqu'au mois d'Octobre ou de Novembre. Dans certaines années , cette cristallisation

de demi ou trois pouces. Il est dit, dans la Gazette d'Agriculture : « Qu'en 1775, il y avoit  
» plus de quinze cents hommes employés à  
» recueillir & entasser le sel dans les marais  
» de Pécais ; indépendamment de ces salines  
» »

---

ffation ne dure pas si long-temps ; tout dépend des pluies plus ou moins abondantes. . .

L'eau évaporée au point requis, à mesure qu'on l'élève par les sceaux des puits à roue, se cristallise aux parois de ces sceaux, sur-tout si le soleil est ardent & si le vent du nord règne ; on est alors obligé d'y faire passer l'eau des étangs, ou de détacher deux fois par jour ces cristallisations, pour qu'elles ne remplissent pas toute la capacité du sceau ; mais ce dernier travail seroit trop pénible, & on préfère la première manœuvre. On sait que le sel marin a la propriété de grimper dès qu'on lui présente quelque corps pendant qu'il cristallise ; c'est à cette propriété que sont dûes ces cristallisations, auxquelles les Ouvriers donnent toutes sortes de figures, comme de lacs-d'amour, de crucifix, d'étoiles, d'arbres, &c. . . Elles sont formées à l'aide des morceaux de bois auxquels le sel s'attache, en sorte qu'il prend la figure qu'on a donnée à ces morceaux de bois ; toutes ces cristallisations sont des amas de cubes très réguliers & d'une grosseur très considérable. . .

On tire de l'écume qui surnage les eaux salées que l'on fait passer aux tables, un sel qui est friable & très blanc ; & que l'on emploie à l'usage des salières dont on se sert pour la table ; mais ce sel est plus amer que l'autre, parce qu'il contient du sel de Glauber & du sel marin à base terreuse. . . Ce sel de Glauber se trouve en quantité dans l'eau de la mer que l'on puise sur nos côtes. . .

» & de celles de *Saint-Jean* & de *Roquemaure* ;  
 » où le sel s'obtient par industrie , il s'en  
 » forme tout naturellement des quantités  
 » mille fois plus considérables dans les ma-  
 » rais qui s'étendent jusqu'auprès de *Marti-*

---

Nous trouvions principalement le sel de Glauber à la partie inférieure de la cristallisation ou de la masse totale des deux sels cristallisés ; la raison en est que le sel de Glauber étant très soluble dans une moindre quantité d'eau que le sel marin , est entraîné au-dessous de ce dernier sel par la dernière partie de l'eau qui reste avant l'entière dissipation. C'est par la même raison qu'on ne voit pas un atome de sel de Glauber , dans ces belles cristallisations que le sel forme en grimant , ni dans toutes les croûtes salines qui s'attachent aux puits à roue , &c. . . C'est ce sel de Glauber & le sel marin à base terreuse , qui donnent de l'amertume au sel nouvellement fabriqué , & qui s'en séparent ensuite , parce qu'ils sont très solubles : lorsque le sel est pendant quelques années conservé en tas avant d'être mis dans les greniers du Roi , il en est meilleur & plus propre à l'usage de nos cuisines. . .

Au moyen de ce que le sel de Péciais reste pendant trois , quatre ou cinq ans , rassemblé en monceaux avant d'être vendu aux Fermiers du Roi , il se sépare de tout son sel de Glauber & du sel marin à base terreuse , & devient enfin le sel le meilleur , le plus salant , le moins amer du Royaume , & peut-être de l'Europe ; il est encore le plus dur , le plus beau , & celui qui est formé en plus gros cristaux , bien compacts & bien secs : par-là les surfaces qu'il présente à l'air , étant les plus petites possibles , il est très peu sujet à l'influence de son humidité , tandis que les sels en neige qu'on tire par une forte évap-  
gues ,

» gues, en Provence : l'imagination peut à  
 » peine se figurer la quantité étonnante de  
 » sel qui s'y trouve chaque année : tous les  
 » hommes, tous les bestiaux de l'Europe ne pour-  
 » roient la consommer en plusieurs années, & il  
 » s'en forme à-peu-près autant tous les ans.

» Pour garder, ce n'est pas dire conserver,  
 » mais bien perdre tout ce sel, il y aura  
 » une brigade de Gardes à cheval, nommée  
 » dans les pays du nom sinistre de *Brigade*  
 » *noire*, laquelle va campant d'un lieu à un  
 » autre, & envoyant journellement des dé-  
 » tachemens de tous les côtés. Ces Gardes

poration sur le feu, soit de l'eau de la mer, soit des puits  
 salans, comme en Franche-comté, en Lorraine, &c sont  
 au contralre très exposés, par leur état de corps rare,  
 par la multiplication de leurs surfaces, à être pénétrés par  
 l'humidité de l'air dont le sel marin se charge; ces  
 sels formés sur le feu, contiennent d'ailleurs tout leur  
 sel de Glauber & beaucoup de sel marin à base terreuse,  
 ou au moins une bonne partie; celui de Bretagne & de  
 Normandie les contient dans la même proportion où ils  
 sont dans l'eau de la mer, car on y évapore jusqu'à des-  
 siccation; & celui de Franche-comté & de Lorraine en  
 contient une partie, quoiqu'on enlève le sel avant que  
 toute la liqueur soit consumée sur les poëles . . .

Il faut au surplus que les Ouvriers qui fabriquent le sel  
 à Pécais, prennent garde que les tables ne manquent  
 jamais d'eau pendant tout le temps de sa saunaison parce  
 que, selon eux, le sel s'échaufferoit & seroit difficile à  
 battre ou à laver. *Mémoires de M. Montel, dans ceux*  
*de l'Académie des Sciences, année 1763, pages 441 &*  
*suivantes.*

» ont commencé à camper vers la fin de  
» Mai ; ils resteront sur pied, suivant la cou-  
» tume, jusqu'à ce que les pluies d'automne  
» aient fondu & dissipé tout ce sel natu-  
» rel (m). »

On voit, par ce récit, qu'on pourroit épargner le travail des hommes, & la dépense des digues & autres constructions nécessaires au maintien des marais salans, si l'on vouloit profiter de ce sel que nous offre la Nature : il faudroit seulement l'entasser comme on entasse celui qui s'est déposé dans les marais salans, & le conserver pendant trois ou quatre ans, pour lui faire perdre son amertume & son eau superflue : ce n'est pas que ce sel trop nouveau soit nuisible à la santé, mais il est de mauvais goût, & tout celui qu'on débite au Public, dans les Greniers à sel, doit, par les reglemens, avoir été *facturé* deux ou trois ans auparavant.

Malgré l'inconvénient des marées, on n'a pas laissé d'établir des marais sur l'Océan comme sur la Méditerranée ; sur-tout dans le bas Poitou, le pays d'Aunis, la Saintonge, la Bretagne & la Normandie, le sel s'y fait de même par l'évaporation de l'eau marine : » Or on facilite cette évaporation, » dit M. Guettard, en faisant circuler l'eau » autour de ces marais, & en la recevant » ensuite dans des petits carrés qui se for- » ment au moyen d'espèces de vannes ; l'eau

---

(m) Gazette d'Agriculture, du Mardi 12 Septembre 1775, *article* Paris.



» par son séjour s'y évapore plus ou moins  
» promptement, & toujours proportionnelle-  
» ment à la force de la chaleur du soleil,  
» elle y dépose ainsi le sel dont elle est char-  
» gée (n). » Cet Académicien décrit ensuite  
avec exactitude, les salines de Normandie  
dans la baie d'Avranches, sur une plage basse  
où le mouvement de la mer se fait le moins  
sentir, & donne le temps nécessaire à l'éva-  
poration : voici l'extrait de cette description ;  
on ramasse le sable chargé de ce dépôt salin,  
& cette récolte se fait pendant neuf ou dix  
mois de l'année, on ne la discontinue que  
depuis la fin de Décembre jusqu'au commen-  
cement d'Avril.... On transporte ce sable  
mêlé de sel dans un lieu sec, où on en fait  
de gros tas en forme de spirale, ce qui donne  
la facilité de monter autour pour les ex-  
hausser autant qu'on le juge à propos ; on  
couvre ces tas avec des tagots, sur lesquels  
on met un enduit de terre grasse pour em-  
pêcher la pluie de pénétrer.... Lorsqu'on  
veut travailler ce sable salin, on découvre  
peu-à-peu le tas, & à mesure qu'on enlève  
le sable, on le lave dans une fosse enduite  
de glaise bien battue, & revêtue de planches,  
entre les joints desquelles l'eau peut s'écou-  
ler ; on met dans cette fosse cinquante ou  
soixante boisseaux de ce sable salin, & on y  
verse trente ou trente-cinq seaux d'eau ; elle  
passe à travers le sable & dissout le sel qu'il

---

(n) Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1758,  
pages 99 & suiv.

contient; on la conduit par des gouttières dans des cuves carrées, de trois pieds, qui sont placées dans un bâtiment qui sert à l'évaporation; on examine avec une éprouvette si cette eau est assez chargée de sel; & si elle ne l'est pas assez, on enlève le sable de la fosse & on y en remet de nouveau: lorsque l'eau se trouve suffisamment salée, on la transfère dans des vaisseaux de plomb, qui n'ont qu'un ou deux pouces de profondeur sur vingt-six pouces de longueur & vingt-deux de largeur; on place ces plombs sur un fourneau qu'on chauffe avec des fagots bien secs; l'évaporation se fait en deux heures, on remet alors de la nouvelle eau salée dans les vaisseaux de plomb, & on la fait évaporer de même. La quantité de sel que l'on retire en vingt-quatre heures, au moyen de ces opérations répétées, est d'environ cent livres dans trois vaisseaux de plomb, des dimensions ci-dessus: on donne d'abord un feu assez fort, & on le continue ainsi jusqu'à ce qu'il se forme une petite fleur de sel sur l'écume de cette eau, on enlève alors cette écume & on ralentit le feu; l'évaporation étant achevée, on remue le sel avec une pelle pour le dessécher, on le jette dans des paniers en forme d'entonnoir où il peut s'égoutter: ce sel, quoique tiré par le moyen du feu & dans un pays où le bois est cher, ne se vend guère que trois livres dix sous les cinquante livres pesant (o). Il y a aussi en

---

(o) Voyez le Mémoire de M. Guettard, depuis la page 99 jusqu'à 116.

Bretagne soixante petites fabriques de sel par évaporation, tiré des vases & sables de la mer, dans lesquels on mêle un tiers de sel gris pour le purifier, & porter les liqueurs à quinze sur cent.

On fait aussi du sel en grand dans quelques cantons de cette même province de Bretagne; on tire des marais salans de la baie de Bourneuf, seize ou dix-sept mille muids de sel, & l'on estime que ceux de Guérande & de Croisic, produisent, année commune, environ vingt-cinq mille muids (p).

En Franche-comté, en Lorraine & dans plusieurs autres contrées de l'Europe & des autres parties du monde, le sel se tire de l'eau des fontaines salées. M. de Montigny, de l'Académie des Sciences, a donné une bonne description des salines de la Franche-comté, & du travail qu'elles exigent; voici l'extrait de ses observations: » Les eaux, dit » M. de Montigny, de tous les puits salés, » tiennent en dissolution, avec le sel marin » on *sel gemme*, des gypses ou sélénites gypseuses, des sels composés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse, du sel de Glauber, des sels déliquescents, composés de l'acide marin engagé dans une base terreuse; une terre alcaline très blanche que l'on sépare du sel gemme, lorsqu'on le tient long-temps en fusion dans un creuset; enfin une espèce de glaise très

---

(p) Observations d'Histoire Naturelle, par M. le Monnier, tome IV, page 432.

» fine, & quelques parties grasses, bitumi-  
» neuses, ayant une forte odeur de pétrole.  
» Toutes ces eaux portent un principe alka-  
» lin surabondant... Elles ne sont point mê-  
» lées de vitriols métalliques....

» Les sels en petits grains, ainsi que les  
» sels en pain, se sont également trouvés  
» chargés d'un alkali terreux.... Ainsi ces  
» sels ne sont pas comme le sel marin dans  
» un état de neutralité parfaite.

» Le sel à gros grains de Montmorot, est  
» le seul que nous avons trouvé parfaitement  
» neutre.... Ce sel à gros grains est tiré des  
» mêmes eaux que le sel à petits grains,  
» mais il est formé par une évaporation  
» beaucoup plus lente; il vient en cristaux  
» plus gros, très réguliers, & en même  
» temps beaucoup plus purs.... Si les eaux  
» des fontaines salées ne contenoient que du  
» sel gemme en dissolution, l'évaporation de  
» ces eaux, plus lente ou plus prompte,  
» n'influerait en rien sur la pureté du sel....  
» On ne peut donc séparer les matières  
» étrangères de ces sels de Franche-comté,  
» que par une très lente évaporation, & ce-  
» pendant c'est avec les sels à petits grains,  
» faits par une très prompte évaporation,  
» que l'on fabrique tous les sels en pains,  
» dont l'usage est général dans toute la  
» Franche-comté... On met les pains de sel  
» qu'on vient de fabriquer, sur des lits de  
» braises ardentes où il restent pendant vingt-  
» cinq, trente & même quarante heures,  
» jusqu'à ce qu'ils aient acquis la sécheresse  
» & la dureté nécessaires pour résister au

» transport (q)... Le mélange de sel de  
» Glauber, de gypse, de bitume & de sel  
» marin à base terreuse, qui vient par la ré-  
» duction de ces eaux, est d'une amertume  
» inexprimable....

» La faveur & la qualité du sel marin;  
» sont fort altérées par le mélange du gypse,  
» lorsque les eaux ne reçoivent pas assez de  
» chaleur pour en opérer la séparation, &  
» la quantité du gypse est fort considérable  
» dans les eaux de Salins... Le gypse de Sa-  
» lins rend le sel d'un blanc opaque, & le  
» gypse de Montmorot lui donne sa couleur  
» grise... Lorsque les eaux sont foibles en  
» salure comme celles de Montmorot, on a

---

(q) *Nota.* Nous devons observer que cette pratique de mettre le sel à l'exposition du feu pour le durcir, est très préjudiciable à la pureté & à la qualité du sel:

1°. Parce que, pour mouler le sel, il faut qu'il soit humecté de son eau-mère que le feu ne fait que dessécher en aglutinant la masse saline, & cette eau-mère est une partie impure qui reste dans le sel:

2°. Une partie du gypse se décompose, son acide vitriolique agit sur la base du sel marin, le dénature & le rend amer:

3°. Le sel marin le plus pur, reçoit une altération très sensible par la calcination; il devient plus caustique, une partie de l'acide s'en dissipe & laisse une base terreuse, qui procède de la décomposition de l'alkali minéral. La décomposition du sel est si sensible, que l'on ne peut rester dans les étuves du grillage, à cause des vapeurs acides qui affectent la poitrine & les yeux.

» trouvé le moyen de les concentrer par  
» une méthode ingénieuse (r) & qui multi-  
» plie l'évaporation sans feu. »

Ces fontaines salées de la Franche-comté, qui fournissent du sel à toute cette province, & à une partie de la Suisse, ne sont pas plus abondantes que celles qui se trouvent en Lorraine & qui s'exploitent dans les petites villes de Dieuze, Moyenvic & Château-Salins, toutes situées le long de la vallée qu'arrose la rivière de *Seille*. A Rosières, dans la même Province, étoit une saline des plus

---

(r) Des pompes mues par un courant d'eau, élèvent les eaux salées dans des réservoirs placés au haut d'un vaste hangar, long & étroit, d'où on les fait tomber par gouttes, au moyen de plusieurs filets de robinets, sur des lits d'épines accumulées jusqu'à la hauteur d'environ dix-huit pieds; l'eau répandue en lames très déliées, & divisée presque à l'infini sur tous les branchages des épines, est reçue dans un vaste bassin formé de planches de sapin, qui sert de base à tout le hangar; de ce bassin, les mêmes eaux sont relevées & reportées par d'autres pompes dans le réservoir supérieur: on les fait ainsi passer & repasser à plusieurs reprises sur les épines, ce qui fait qu'elles deviennent de plus en plus salées. . . & lorsqu'elles ont acquis onze à douze degrés de salure, c'est-à-dire, lorsqu'elles sont en état de rendre environ douze livres de sel par cent livres d'eau, on les fait couler dans les poëles de la saline pour les évaporer au feu, & dans cet état les eaux de Montmorot sont encore inférieures en salure au degré naturel des eaux de Salins. *Mémoires de M. de Montigny, dans ceux de l'Académie des Sciences, année 1762, page 118.*

belles de l'Europe , par l'étendue de son bâtiment de graduation ; mais cette saline est détruite depuis environ vingt ans : à Dieuze , non plus qu'à Moyenvic & à Château-Salins , on n'a pas besoin de ces grands bâtimens ou hangars de graduation pour évaporer l'eau , parce que d'elle-même elle est assez chargée pour qu'on puisse , en la soumettant immédiatement à l'ébullition , en tirer le sel avec profit.

Il se trouve aussi des sources & fontaines salées dans le duché de Bourgogne , & dans plusieurs autres provinces , où la Ferme générale entretient des Gardes pour empêcher le Peuple de puiser de l'eau dans ces sources ; si l'on refuse ce sel aux hommes , on devroit au moins permettre aux animaux de s'abreuver de cette eau , en établissant des bassins dans lesquels ces mêmes Gardes ne laisseroient entrer que les bœufs & les moutons qui ont autant & peut-être plus besoin que l'homme de ce sel , pour prévenir les maladies de pourriture qui les font périr , ce qui , je le répète , cause beaucoup plus de perte à l'État , que la vente du sel ne donne de profit.

Dans quelques endroits , ces fontaines salées forment de petits lacs ; on en voit un aux environs de Courtaison , dans la principauté d'Orange : « Des hommes , dit M. » Guettard , intéressés à ce qu'on ne fasse » point d'usage de cette eau , ordonnent de » *trépigner* & mêler ainsi avec la terre , le sel » qui peut dans la belle saison se cristalliser » sur les bords de cet étang ; l'eau en est

» claire & limpide , un peu onctueuse au  
» toucher , d'un goût passablement salé. Ce  
» petit lac est éloigné de la mer d'environ  
» vingt lieues ; s'il n'étoit dû qu'à une masse  
» d'eau de mer restée dans cet endroit , bien-  
» tôt la seule évaporation auroit suffi pour  
» le tarir : ce lac ne reçoit point de rivière ,  
» il faut donc nécessairement qu'il sorte de  
» son fond des sources d'eau salée pour l'en-  
» tretenir (f). »

En d'autres pays , où la Nature moins libérale que chez nous , est en même temps moins insultée , & où on laisse aux habitans la liberté de recueillir & de solliciter ses bienfaits , ou a su se procurer , & pour ainsi dire créer des sources salées , là où il n'en existoit pas , en conduisant par de grands & ingénieux travaux , des cours d'eau à travers des couches de terre ou de pierres imbuës ou imprégnées de sel , que ces eaux dissolvent & dont elles sortent chargées. C'est à M. Jars , que nous devons la connoissance & la description de cette singulière exploitation qui se fait dans le voisinage de la ville de Halle en Tirol. « Le sel , dit il , est mélangé dans  
» cette mine avec un rocher de la nature  
» de l'ardoise , qui en contient dans tous ses  
» lits ou divisions... Pour extraire le sel de  
» cette masse , on commence par ouvrir une  
» galerie , en partant d'un endroit où le ro-  
» cher est ferme , & on l'avance d'une ving-

---

( s ) Mémoires sur la Minéralogie du Dauphiné , tome I , pages 180 & suiv.



» taine de toises ; ensuite on en fait une se-  
» conde de chaque côté d'environ dix toises ,  
» & d'autres encore qui leur sont parallè-  
» les ; de sorte qu'il ne reste dans cet espace  
» que des piliers distans les uns des autres  
» de cinq pieds , & qui ont à-peu-près les  
» mêmes dimensions en carré , sur six pieds  
» de hauteur , qui est celle des galeries : pen-  
» dant qu'on travaille à ces excavations ,  
» d'autres ouvriers sont occupés à faire des  
» mortoises ou entailles de chaque côté de la  
» galerie principale , qui a été commencée  
» dans le rocher ferme , pour y placer des  
» pièces de bois , & y former une digue  
» qui serve à retenir l'eau ; & dans la partie  
» inférieure de cette digue on laisse une ou-  
» verture pour y mettre une bonde ou un  
» robinet. Lorsque le tout est exactement  
» bouché , on y fait arriver de l'eau douce  
» par des tuyaux qui partent du sommet de  
» la montagne ; peu-à-peu le sel se dissout  
» à mesure que l'eau monte dans la galerie...  
» Dans quelques-unes des excavations de  
» cette mine , l'eau séjourne cinq , six &  
» même douze mois avant que d'être saturée ,  
» ce qui dépend de la richesse de la veine  
» de sel & de l'étendue de l'excavation...  
» Ce n'est que quand l'eau est entièrement  
» saturée , que l'on ouvre les robinets des  
» digues , pour la faire couler & la conduire  
» par des tuyaux de bois jusqu'à Halle , où  
» sont les chaudières d'évaporation (1). ».

---

(1) Voyages métallurgiques, tome III, pages 328 & 329.

Dans les contrées du Nord où l'eau de la mer se glace, on pourroit tirer le sel de cette eau, en la recevant dans des bassins peu profonds, & la laissant exposée à la gelée; le sel abandonne la partie qui se glace, & se concentre dans la portion inférieure de l'eau, qui par ce moyen assez simple, se trouve beaucoup plus salée qu'elle ne l'étoit auparavant.

Il semble que la Nature ait pris elle-même le soin de combiner l'acide & l'alkali, pour former ce sel qui nous est le plus utile, le plus nécessaire de tous, & qu'elle l'ait en même temps accumulé, répandu en immense quantité sur la terre & dans toutes les mers; l'air même est imprégné de ce sel; il entre dans la composition de tous les êtres organisés; il plaît au goût de l'homme & de tous les animaux; il est aussi reconnoissable par sa figure, que recommandable par sa qualité; il se cristallise plus facilement qu'aucun autre sel; & ses cristaux sont des cubes presque parfaits (*u*); il est moins soluble que plusieurs autres sels, & la chaleur de l'eau, même bouillante, n'augmente que très peu sa solubilité; néanmoins il attire si puissamment l'humidité de l'air, qu'il se réduit en liqueur si on le tient dans des lieux très humides; il décrépite sur le feu par l'effort de l'air qui se dégage alors de ses cristaux, dont l'eau s'évapore en même temps; & cette eau

---

(*u*) Les grains figurés en trémies, sont de petits cubes groupés les uns contre les autres.

de cristallisation qui dans certains sels, comme l'alun, paroît faire plus de la moitié de la masse saline, n'est dans le sel marin qu'en petite quantité, car en le faisant calciner & même fondre à un feu violent, il n'éprouve aucune décomposition & forme une masse opaque & blanche, également saline & du même poids à-peu près (x) qu'avant la fusion, ce qui prouve qu'il ne perd au feu que de l'air & qu'il contient très peu d'eau.

Ce sel qui ne peut être décomposé par le feu, se décompose néanmoins par les acides vitrioliques & nitreux, qui ayant plus d'affinité avec son acide, s'en saisissent & lui font abandonner sa base alkaline; autre preuve que les trois acides, vitriolique, nitreux & marin, sont de la même nature au fond, & qu'ils ne diffèrent que par les modifications qu'ils ont subies; aucun de ces trois acides, ne se trouve pur dans le sein de la terre; & lorsqu'on les compare, on voit que l'acide marin ne diffère du vitriolique, qu'en ce qu'il est moins pesant & plus volatil, qu'il saisit moins fortement les substances alkales & qu'il ne forme presque toujours avec elles que des sels déliquescents; il ressemble à l'acide nitreux par cette dernière propriété, qui prouve que tous deux sont plus foibles que l'acide vitriolique dont on peut croire qu'ils se sont formés, en ne

---

(x) Le sel marin ne perd qu'un huit-centième de son poids par la calcination.

perdant pas de vue leur première origine qu'il ne faut pas confondre avec leur formation secondaire & leur conversion réciproque. L'acide aérien a été le premier formé, il n'est composé que d'air & de feu: ces deux élémens en se combinant avec la terre vitrifiée, ont d'abord produit l'acide vitriolique; ensuite l'acide marin s'est produit par leur combinaison, avec les matières calcaires, & enfin l'acide nitreux a été formé par l'union de ce même acide aérien avec la terre limonneuse & les autres débris putréfiés des corps organisés.

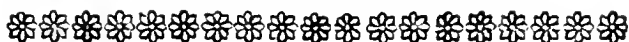
Comme l'acide marin est plus volatil que le nitreux & le vitriolique, on ne peut le concentrer autant; il ne s'unit pas de même avec la matière du feu, mais il se combine pleinement avec les alkalis fixe & volatil; il forme avec le premier le sel marin, & avec le second, un sel très piquant, qui se sublime par la chaleur.

Quoique l'acide marin ne soit qu'un foible dissolvant en comparaison des acides vitriolique & nitreux, il se combine néanmoins avec l'argent & avec le mercure; mais sa propriété la plus remarquable, c'est qu'étant mêlé avec l'acide nitreux, ils font ensemble ce que l'acide vitriolique ne peut faire, ils dissolvent l'or qu'aucun autre dissolvant ne peut entamer; & quoique l'acide marin soit moins puissant que les deux autres, il forme néanmoins des sels plus corrosifs avec les substances métalliques; il les dissout presque toutes avec le temps, sur-tout lorsqu'il est

aidé de la chaleur, & il agit même plus efficacement sur leurs chaux que les autres acides.

Comme toute la surface de la terre a été long-temps sous les eaux, & que c'est par les mouvemens de la mer qu'ont été formées toutes les couches qui enveloppent le noyau du Globe fondu par le feu, il a dû rester après la retraite des eaux une grande quantité des sels qui y étoient dissous; ainsi, les acides de ces sels doivent être universellement répandus; on a donné le nom d'*acide méphitique* à leurs émanations volatiles; cet *acide méphitique* n'est que notre acide aérien, qui, sous la forme d'air fixe, se dégage des sels, & enlève une petite quantité de leur acide particulier auquel il étoit uni par l'intermède de l'eau; aussi cet acide se manifeste-t-il dans la plupart des mines sous la forme de *mouffette suffocante*, qui n'est autre chose que de l'air fixe stagnant dans ces profonds souterrains: & ce phénomène offre une nouvelle & grande preuve de la production primitive de l'acide aérien, & de sa dispersion universelle dans tous les règnes de la Nature. Toutes les matières minérales en effervescence, & toutes les substances végétales ou animales en fermentation, peuvent donc produire également de l'acide méphitique; mais les seules matières animales & végétales en putréfaction produisent assez de cet acide pour donner naissance au sel de nitre.





## N I T R E.

**L'**ACIDE nitreux est moins fixe que l'acide vitriolique, & moins volatil que l'acide marin; tous trois sont toujours fluides, & on ne les trouve nulle part dans un état concret, quoiqu'on puisse amener à cet état l'acide vitriolique, en le concentrant par une chaleur violente, mais il se résout bientôt en liqueur dès qu'il est refroidi. Cet acide ne prend point de couleur au feu, & il y reste blanc; l'acide marin y devient jaune, & l'acide nitreux paroît d'abord vert, mais sa vapeur en se mêlant avec l'air devient rouge, & il prend lui-même cette couleur rouge par une forte concentration; cette vapeur que l'acide nitreux exhale, a de l'odeur & colore la partie vuide des vaisseaux de verre, dans lesquels on le tient renfermé; comme plus volatil, il est aussi moins pesant que l'acide vitriolique, qui pèse plus du double de l'eau, tandis que la pesanteur spécifique de l'acide nitreux n'est que de moitié plus grande que celle de l'eau pure.

Quoique plus foible à certains égards que l'acide vitriolique, l'acide nitreux ne laisse pas que de le vaincre à la distillation, en le séparant de l'alkali. Or l'acide vitriolique ayant plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alkali, comment se peut-il que cet alkali lui

lui soit enlevé par ce second acide ? Cela ne prouve-t-il pas que l'acide aérien réside en grande quantité dans l'acide nitreux, & qu'il est la cause médiate de cette décomposition opposée à la loi commune des affinités ?

On peut enlever à tous les sels l'eau qui est entrée dans leur cristallisation, & sans laquelle leurs cristaux ne se feroient pas formés ; cette eau, ni la forme en cristaux, ne sont donc point essentielles aux sels, puisqu'après en avoir été dépouillés, ils ne sont point décomposés, & qu'ils conservent toutes leurs propriétés salines. Le nitre seul se décompose lorsqu'on le prive de cette eau de cristallisation, & cela démontre que l'eau, ainsi que l'acide aérien, entrent dans la composition de ce sel, non-seulement comme parties intégrantes de sa masse : mais même comme parties constitutantes de sa substance & comme élémens nécessaires à sa formation.

Le nitre est donc de tous les sels le moins simple, & quoique les Chimistes aient abrégé sa définition en disant que c'est un sel composé d'acide nitreux & d'alkali fixe végétal, il me paroît que c'est non-seulement un composé, mais même un *surcomposé* de l'acide aérien par l'eau, la terre & le feu fixe des substances animales & végétales exaltées par la fermentation putride ; il réunit les propriétés des acides minéraux, végétaux & animaux ; quoique moins fort que l'acide vitriolique par sa qualité dissolvante, il produit d'autres plus grands effets, il semble même augmenter la force du plus puissant des élé-

mens, en donnant au feu plus de violence & plus d'activité.

L'acide nitreux attaque presque toutes les matières métalliques ; il dissout avec autant de promptitude que d'énergie, toutes les substances calcaires & toutes les terres mêlées des détrimens des végétaux & des animaux, il forme avec presque toutes des sels déliquescons. Il agit aussi très-fortement sur les huiles & même il les enflamme lorsqu'il est bien concentré ; mais en l'affoiblissant avec de l'eau & l'unissant à l'huile il forme des sels savonneux ; & en le mêlant dans cet état aqueux avec l'esprit-de-vin, il s'adoucit au point de perdre presque toute son acidité, & l'on en peut faire une liqueur éthérée, semblable à l'éther qui se fait avec l'esprit-de-vin & l'acide vitriolique. Ce dernier acide peut prendre une forme concrète à force de concentration ; l'acide nitreux plus volatil reste toujours liquide & s'exhale continuellement en vapeurs ; il attire l'humidité de l'air, mais moins fortement que l'acide vitriolique : il en est de même de l'effet que ces deux acides produisent en les mêlant avec l'eau ; la chaleur est plus forte & le bouillonnement plus grand par le vitriolique que par le nitreux ; celui-ci est néanmoins très corrosif, & ce qu'on appelle *eau-forte* n'est que ce même acide nitreux, affoibli par une certaine quantité d'eau.

Cet acide, ainsi que tous les autres, provient originairement de l'acide aérien, & il semble en être plus voisin que les deux autres



acides minéraux ; car il est évidemment uni à une grande quantité d'air & de feu ; la preuve en est que l'acide nitreux ne se trouve que dans les matières imprégnées des déjections ou des débris putréfiés des végétaux & des animaux , qui contiennent certainement plus d'air & de feu qu'aucun des minéraux ; ce n'est qu'en unissant ces acides minéraux avec l'acide aérien ou avec les substances qui en contiennent , qu'on peut les amener à la forme d'acide nitreux ; par exemple , on peut faire du nitre avec de l'acide vitriolique & de l'urine (a) ; & de même l'acide sulfureux volatil , qui n'est que l'acide vitriolique uni avec l'air & le feu , approche autant de la nature de l'acide nitreux qu'il s'éloigne de celle de l'acide vitriolique , duquel néanmoins il ne diffère que par ce mélange qui le rend volatil , & lui donne l'odeur du soufre qui brûle. De plus , l'acide nitreux & l'acide sulfureux se ressemblent encore , & diffèrent de l'acide vitriolique en ce qu'ils altèrent beaucoup plus les couleurs des végétaux que l'acide vitriolique , & que les cristallisations des sels qu'ils forment avec l'alkali , se ressemblent entr'elles

---

(a) M. Pietch , dans une Dissertation couronnée par l'Académie de Berlin en 1749 , assure qu'ayant imbibé d'urine & d'acide vitriolique une pierre calcaire , & l'ayant laissé exposée quelque temps à l'air , il l'a trouvée après cela toute remplie de nitre. *Elémens de Chimie* , par M. de Morveau , tome II , page 126.

autant qu'elles diffèrent de celle du tartre vitriolé (b).

Tout nous porte donc à croire que l'acide nitreux est moins simple & plus surchargé d'air & de feu que tous les autres acides; que même, comme nous l'avons dit, ce sel est un *surcomposé* de feu & d'air accumulés & concentrés avec une petite portion d'eau & de terre, par le travail profond & la chaleur intime de l'organisation animale & végétale; qu'enfin ces mêmes élémens y sont exaltés & développés par la fermentation putride.

De tous les sels le nitre est celui qui se dissout, se détruit & s'évanouit le plus complètement & le plus rapidement, & toujours avec une explosion qui démontre le combat intestin & la puissante expansion des fluides élémentaires, qui s'écartent & se fuient à l'instant que leurs liens sont rompus.

En présentant le phlogistique, c'est-à-dire, le feu animé par l'air, à l'acide vitriolique, le feu, comme nous l'avons dit, se fixe par cet acide, & il en résulte une nouvelle substance qui est le soufre. En présentant de même le phlogistique à l'acide du nitre, il devrait, suivant l'ingénieuse idée de Stahl, se former un soufre nitreux; mais tel est l'excès du feu renfermé dans cet acide, que le soufre s'y détruit à l'instant même qu'il se

---

(b) Dictionnaire de Chimie, par M. Macquer, tome 4, article Acide nitreux.

forme ; la moindre accession d'un nouveau feu suffisant pour le dégager de ses liens & le mettre en explosion.

Cette détonation du nitre est le plus terrible phénomène que la Nature, sollicitée par notre art, ait jusqu'ici manifesté. Si le feu de Prométhée fut dérobé aux cieux, celui-ci semble pris au Tartare : portant par-tout la ruine & la mort ; combiné par un génie funeste, ou plutôt soufflé par le démon de la guerre, il est devenu le grand instrument de la destruction des hommes & de la dévastation de la terre.

Ce redoutable effet du nitre enflammé, est causé par la propriété qu'il a de s'allumer en un instant dans toutes les parties de sa masse, dès qu'elles peuvent être atteintes par la flamme. La surabondance de son propre feu n'attend que le plus léger contact de cet élément pour s'y réunir en rompant ses liens avec une force & une violence à laquelle rien ne peut résister. L'inflammation de la première particule communiquant son feu à celles qui l'avoisinent, & ainsi de proche en proche dans toute la masse, avec une inconcevable rapidité, & dans un instant, pour ainsi dire, indivisible ; la somme de toutes ces explosions simultanées forme la détonation totale, d'autant plus redoutable qu'elle est plus renfermée, & que les résistances qu'on lui oppose sont plus grandes ; car c'est encore une des propriétés particulières du nitre, & qui décèle de plus en plus sa nature ignée & aérienne, que de brûler & détonner

en vaisseaux clos, & sans avoir besoin, comme toute autre matière combustible, du contact & du ressort de l'air libre.

La plus grande force de la poudre à canon, tient donc à ce que tout son nitre s'enflamme, & s'enflamme à-la fois, ou dans le plus petit temps possible : or, cet effet dépend d'abord de la pureté du nitre, & ensuite de la proportion & de l'intimité de son mélange avec le soufre & le charbon, destinés à porter l'inflammation sur toutes les parties du nitre. L'expérience a fait connoître que la meilleure proportion de ce mélange pour faire la poudre à canon, est de soixante-quinze parties de nitre, sur quinze parties & demie de soufre, & neuf parties & demie de charbon ; néanmoins le charbon & le soufre ne contribuent pas par eux-mêmes à l'explosion du nitre ; ils ne servent dans la composition de la poudre qu'à porter & communiquer subitement le feu à toutes les parties de sa masse ; & même l'on pourroit dans le mélange supprimer le charbon & ne se servir que du soufre pour porter la flamme sur le nitre ; car M. Baumé dit avoir fait de très bonne poudre à canon par cette seule mixtion du soufre & du nitre.

Comme cet usage du nitre ou salpêtre n'est malheureusement que trop universel, & que la Nature semble s'être refusée à nous offrir ce sel en grande quantité, on a cherché des moyens de s'en procurer par l'art, & ce n'est que de nos jours qu'on a tâché de perfectionner la pratique de ces procédés ; c'est l'objet du Prix annoncé pour l'année

prochaine (c) par l'Académie des Sciences, sur les nitrières artificielles. Ces recherches auront sans doute pour point de vue, d'exposer au libre contact de l'air, sous le plus de surface possible, & dans un degré de température & d'humidité convenables à la fermentation, un mélange proportionné de matières végétales & animales en putréfaction. Les substances animales produisent à la vérité du nitre en plus grande abondance que les matières végétales; mais ce nitre formé par la putréfaction des animaux est à base terreuse & sans alkali fixe, & les végétaux putréfiés, ou les résidus de leur combustion, peuvent seuls fournir au nitre cette base d'alkali fixe.

On obtiendra donc du bon nitre toutes les fois qu'on exposera au contact & à l'impression de l'air, des matières végétales & animales en putréfaction, soit en les mêlant avec des terres & pierres poreuses, suivant le procédé que nous indique la Nature, en nous offrant le nitre produit dans les plâtras & les craies; soit en projetant ces matières sur des fagots ou fascines, ainsi que le propose M. Macquer; supposé néanmoins que ce mélange soit entretenu dans le degré de température & d'humidité nécessaires pour soutenir la fermentation putride; car cette dernière circonstance n'est pas moins essentielle que le concours de l'air pour la production

---

(c) Ceci a été écrit dans l'année 1781.

du nitre , même de celui qui se forme naturellement.

La Nature n'a point produit de nitre en masse ; il semble qu'elle ait , comme nous , besoin de tout son art pour former ce sel : c'est par la végétation qu'elle le travaille & le développe dans quelques plantes , telles que les *boraginées* , les *soleils* , &c. & il est à présumer que ces plantes dans lesquelles le nitre est tout formé , le tirent de la terre & de l'air avec la sève ; car l'acide aérien réside dans l'atmosphère & s'étend à la surface de la terre ; il devient acide nitreux en s'unifiant aux élémens des matières animales & végétales putréfiées , & il se formeroit du nitre presque par-tout , si les pluies ne le dissolvoient pas à mesure qu'il se produit ; aussi l'on ne trouve du nitre en nature & en quantité sensible , que dans quelques endroits des climats secs & chauds , comme en Espagne & en Orient (*d*) , & dans le

---

(*d*) En revenant du mont Sinaï à Suez , nous fumes coucher dans un vallon dont toute la terre étoit si couverte de nitre qu'il sembloit qu'il eût neigé ; au milieu passoit un ruisseau dont les eaux en avoient le goût. *Voyages de Morconys. Lyon , 1645 , page 248. . .* La plupart du salpêtre qui se vend à Guzarate , vient d'un endroit à soixante lieues d'Agra , & on le tire des terres qui ont été long temps en friche. La terre noire & grasse est celle qui en rend le plus , quoique l'on en tire aussi d'autres terres , & on le fait en la manière suivante. Ils font des fosses qu'ils remplissent de terre salpêtrreuse  
nouveau

nouveau Continent, au Pérou (e), sur des terrains de tout temps incultes où la putréfaction des corps organisés s'est opérée sans

---

& y font couler par une rigole, autant d'eau qu'il faut pour la détrempier, à quoi ils emploient les pieds, en la démêlant jusqu'à ce qu'elle devienne comme de la bouillie : quand ils croient que l'eau a attiré à elle tout le salpêtre qui étoit dans la terre, ils en prennent la partie la plus claire & la mettent dans une autre fosse, où elle s'épaissit, & alors ils le font cuire dans des poêles, comme le sel, en l'écumant incessamment, & après cela ils le mettent dans des pots de terre, où le reste de la lie va au fond; & quand l'eau commence à se geler, ils la tirent de ces pots pour la faire sécher au soleil, où il achève de se durcir & de prendre la forme en laquelle on l'apporte en Europe. *Voyages de Mandeflo, suite d'O-léarius, tome II, page 230.* — Le salpêtre vient en quantité d'Agra & de Patna, ville de Bengala, & le raffiné coûte trois fois plus que celui qui ne l'est pas. Les Hollandois ont établi un magasin à Choupar, à quatorze lieues au-dessus de Patna, & leurs salpêtres y étant raffinés, ils les font transporter par la rivière jusqu'à Ongueli. Ils avoient fait venir des chaudieres de Hollande, & pris des Raffineurs pour raffiner eux-mêmes leurs salpêtres; mais cela ne leur a pas réussi, parce que les gens du pays, voyant que les Hollandois leur vouloient ôter le gain du raffinement, ne leur fournirent plus le petit-lait, sans quoi le salpêtre ne peut se blanchir; car il n'est point du tout estimé s'il n'est fort blanc & transparent. *Voyages de Tavernier, tome II, page 366.*

(e) Sur les côtes de la mer Pacifique près de Lima; on rencontre une grande quantité de salpêtre que l'on

*Minéraux. Tome IV.* G

trouble , & a été aidée de la chaleur & maintenue par la sécheresse. Ces terres sont quelquefois couvertes d'une couche de salpêtre de deux ou trois lignes d'épaisseur ; il est semblable à celui que l'on recueille sur les parois des vieux murs en les balayant légèrement avec un houffoir , d'où lui vient le nom de *salpêtre de houffage* ; c'est par la même raison que l'on trouve des couches de salpêtre naturel sur la craie & sur le tuf calcaire dans les endroits caverneux , où ces terres sont à l'abri des pluies , & j'en ai moi-même recueilli sous des voûtes & dans les cavités des carrières de pierre calcaire où l'eau avoit pénétré & entraîné ce sel qui s'étoit formé à la surface du terrain. Mais rien ne prouve mieux la nécessité du concours de l'acide aérien , pour la formation du nitre que les observations de M. le Duc de la Rochefoucault , l'un de nos plus illustres & plus savans Académiciens ; il les a faites sur le terrain de la montagne de la *Roche-guyon* , située entre Mantes & Vernon ; cette montagne n'est qu'une masse de craie , dans laquelle on a pratiqué quelques habitations où l'on a trouvé & recueilli du nitre en efflorescence & quelquefois cristallisé : cela n'a rien d'extraordinaire , puisque ces

---

pourroit ramasser avec la pelle , & dont on ne fait aucun usage : c'est principalement sur les terres qui servent de pâturage , & qui ne produisent que des graminées , que l'on trouve le plus abondamment ce sel. *M. Dombay , Journal de Physique , Mars 1780 , page 212.*



lieux étoient habités par les hommes & les animaux ; aussi M. le duc de la Rochefoucault s'est-il attaché à reconnoître si la craie de l'intérieur de la montagne contenoit du nitre comme en contiennent ses cavités & la surface, & il s'est convaincu par des observations exactes & appuyées d'expériences décisives, que ni le nitre ni l'acide nitreux n'existent dans la craie qui n'a pas été exposée aux impressions de l'air, & il prouve par d'autres expériences que cette seule impression de l'air suffit pour produire l'acide nitreux dans la craie. Voilà donc évidemment l'acide nitreux ramené à l'acide aérien ; car l'alkali végétal, qui sert de base au nitre, est tout aussi évidemment produit par la décomposition putride des végétaux, & c'est par cette raison qu'on trouve du nitre tout formé dans la terre végétale & sur la surface spongieuse de la craie, des tufs & des autres substances calcaires (f) ; mais en général le salpêtre naturel n'est nulle part assez abondant pour qu'on puisse en ramasser une grande quantité, & , pour y suppléer, on est obligé d'avoir recours à l'art ; une simple lessive suffit pour le tirer de ces terres où il se forme naturellement ; les matières qui en contiennent le plus, sont les terres crétacées & sur-tout les débris des mortiers & des

---

(f) En Normandie, du côté d'Evreux, près du château de M. le Duc de Bouillon, il y a une fabrique de salpêtre entretenue par la lixiviation des raclures de la craie des rochers, que l'on ratiffe sept à huit fois par an.

plâtres qui ont été employés dans les bâtimens, & cependant on n'en extrait guère qu'une livre par quintal; & comme il s'en fait une prodigieuse consommation, on a cherché à combiner les matières & les circonstances nécessaires pour augmenter & accélérer la formation de ce sel.

En Prusse & en Suède, on fait du salpêtre en amoncelant par couches alternatives du gazon, des cendres, de la chaux & du chaume (*g*); on délaie ces trois premières matières avec de l'urine & de l'eau-mère de salpêtre; on arrose de temps en temps d'urine, les couches qui forment ce monceau qu'on établit sous un hangar à l'abri de la pluie; le salpêtre se forme & se cristallise à la surface du tas en moins d'un an, & on assure qu'il s'en produit ordinairement pendant dix ans. Nous avons suivi cette méthode en France, & on pourra peut-être la perfectionner (*h*); mais jusqu'à ce jour on a cherché

(*g*) Sur quoi un Physicien (M. Tronson du Coudray, *Journal de Physique*, Mai 1772) a remarqué que l'addition de la chaux produisoit un mauvais effet dans cette extraction du salpêtre; des particules calcaires se mêlant dans sa cristallisation, & le rendant moins pur & plus déliquescent; mais nous ne serons pas également du même avis que ce Physicien, sur l'inutilité prétendue des cendres dans la lessive des plâtras; puisqu'il déclare lui même que la quantité de sels obtenue de plus en soustrayant les cendres, n'étoit que des sels déliquescents. *Voyez le Journal de Physique*, cité.

(*h*) Il y a quatorze ou quinze nitrières artificielles non-

le salpêtre dans toutes les habitations des hommes & des animaux, dans les caves, les écuries, les étables & dans les autres lieux humides & couverts; c'est une grande incommodité pour les habitans de la campagne & même pour ceux des villes, & il est fort à desirer que les nitrières artificielles puissent suppléer à cette recherche, plus vexatoire qu'un impôt.

Après avoir recueilli les débris & les terres où le salpêtre se manifeste, on mêle ces matières avec des cendres, & on lessive le mélange par une grande quantité d'eau; on fait passer cette eau déjà chargée de sel, sur de nouvelles terres toujours mêlées de cendres, jusqu'à ce qu'elle contienne douze livres de matière saline sur cent livres d'eau; ensuite on fait bouillir ces eaux pour les réduire par l'évaporation, & on obtient le nitre qui se cristallise par le refroidissement. Au lieu de cendres on pourroit mêler de la potasse avec les terres nitreuses, car la cendre des végétaux n'agit ici que par son sel, & la potasse n'est que le sel de cette cendre.

Au reste, la matière saline dont les eaux sont chargées jusqu'à douze pour cent (i),

---

vement établies en Franche - Comté, plusieurs en Bourgogne, & quelques-unes dans d'autres Provinces.

(i) La quantité de salpêtre tenue en dissolution, est absolument relative au degré de température de l'eau, & même avec des différences très considérables; il résulte des expériences de M. Tronson du Coudrai, qu'il faut huit livres d'eau pour dissoudre à froid, une livre de sal-

est un mélange de plusieurs sels, & particulièrement de sel marin combiné avec différentes bases; mais comme ce sel se précipite & se cristallise le premier, on l'enlève aisément, & on laisse le nitre qui est encore en dissolution, se cristalliser lentement; il prend alors une forme concrète, & on le sépare du reste de la liqueur; mais comme après cette première cristallisation elle contient encore du nitre, on la fait évaporer & refroidir une seconde fois, pour obtenir le surplus de ce sel, qui se manifeste de même en cristaux, après quoi il ne reste que l'eau mère, dont les sels ne peuvent plus se cristalliser (k); mais ce nitre n'est pas encore assez pur pour en faire de la poudre à canon, il faut le dissoudre & le faire cristalliser une seconde & même une troisième fois, pour lui donner toute la pureté & la blancheur qu'il doit avoir avant d'être employé à cet usage.

---

pêtre à la température de 3 degrés au-dessus de la glace; mais que trois livres d'eau fussent pour dissoudre ce même poids dans un air tempéré: par les grandes chaleurs de l'été deux livres d'eau peuvent tenir dix livres de salpêtre en dissolution.... Une eau déjà saturée de sel marin, dissout néanmoins encore, dans un air tempéré, les deux tiers de salpêtre que dissoudroit un pareil poids d'eau pure, &c. *Journal de Physique*, Mai 1772, pages 233 & 234.

(k) *Elémens de Chimie*, par M. de Morveau, tom. II, pages 132 & suiv.

Le nitre s'enflamme sur les charbons ardens avec un bruit de sifflement, & lorsqu'on le fait fondre dans un creuset il fait explosion & détonne dès qu'on lui offre quelque matière inflammable, & particulièrement du charbon réduit en poudre. Ce sel purifié est transparent ; il n'attire que foiblement l'humidité de l'air ; il n'a que peu ou point d'odeur ; sa saveur est désagréable ; néanmoins on l'emploie dans les salaisons pour donner aux viandes une couleur rouge. La forme de ses cristaux varie beaucoup ; ils se présentent tantôt en prismes rayés dans leur longueur, tantôt en rhombes, tantôt en parallépipèdes rectangles ou obliques. M. le Docteur Demeste a scrupuleusement examiné toutes ces variétés de figure (1), & il pense qu'on pourroit les réduire au parallépipède, qui est, dit-il, la forme primitive de ce sel.

La plupart des sels peuvent perdre leur forme cristallisée, & être privés de leur eau de cristallisation, sans être décomposés, & sans que leur essence saline en soit altérée ; le nitre seul se décompose par le concours de l'air lorsqu'il est en fusion ; son eau de cristallisation se réduit en vapeurs & enlève avec elle l'acide, en sorte qu'il ne reste au fond du creuset que de l'alkali fixe, preuve évidente que l'acide du nitre est le même

---

(k) Lettres de M. Demeste à M. le Docteur Bernard ;  
*tome I, pages 225 & suiv.*

que l'acide aérien ; au reste , comme le nitre se dissout bien plus parfaitement & en bien plus grande quantité dans l'eau bouillante que dans l'eau froide , il se cristallise plus par le refroidissement que par l'évaporation , & les cristaux seront d'autant plus gros que le refroidissement aura été plus lent.

La saveur du nitre n'est pas agréable comme celle du sel marin , elle est cependant plus fraîche , mais elle laisse ensuite une impression répugnante au goût. Ce sel se conserve à l'air ; comme il est chargé d'acide aérien , il n'attire pas celui de l'atmosphère , il ne perd pas même sa transparence dans un air sec , & ne devient déliquescent que par une surcharge d'humidité ; il se liquéfie très aisément au feu , & à un degré de chaleur bien inférieur à celui qui est nécessaire pour le faire rougir ; il se fond sans grand mouvement intérieur & sans boursoufflement à l'extérieur , lors même qu'on pousse la fonte jusqu'au rouge. En laissant refroidir ce nitre fondu il forme une masse solide & demitransparente , à laquelle on a donné le nom impropre de *cristal minéral* , car ce n'est que du nitre qui n'est plus cristallisé & qui du reste a conservé toutes ses propriétés.

L'acide vitriolique & l'arsénic , qui ont encore plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alkali , décomposent le nitre en lui enlevant l'alkali sans toucher à son acide ; ce qui fournit le moyen de retirer cet acide du nitre par la distillation. L'alkali qui reste retient une certaine quantité d'arsenic , & c'est ce qu'on

appelle *nître fixé par l'arsenic* ; c'est un très bon fondant, & duquel on peut se servir avantageusement pour la vitrification : nous ne parlerons pas des autres combinaisons de l'acide nitreux, & nous nous réservons de les indiquer dans les articles où nous traiterons de la dissolution des métaux.





## S E L   A M M O N I A C.

**C**E SEL est ainsi nommé du mot grec *ammos*, qui signifie du sable, parce que les Anciens ont écrit qu'on le trouvoit dans les sables, qui avoient aussi donné leur nom au temple de *Jupiter Ammon*; cette tradition néanmoins ne s'est pas pleinement confirmée, car ce n'est qu'au-dessus des volcans & des autres fournaies souterraines, que nous sommes assurés qu'il se trouve réellement du sel ammoniac, formé par la Nature; c'est un composé de l'acide marin & de l'alkali volatil, & cette union ne peut se faire que par le feu ou par l'action d'une grande chaleur. On a dit que l'ardeur du soleil, dans les terrains secs des climats les plus chauds, produisoit ce sel dans les endroits où la terre se trouvoit arrosée de l'urine des animaux, & cela ne paroît pas impossible, puisque l'urine putréfiée donne de l'alkali volatil, & que la chaleur du soleil dans un temps de sécheresse peut équivaloir à l'action d'un feu réel; & comme il y a, sur la surface de la terre, des contrées où le sel marin abonde, il peut s'y former du sel ammoniac par l'union de l'acide de ce sel avec l'alkali volatil de l'urine & des autres matières animales ou végétales en putréfaction; & de même dans les lieux où il se fera rencontré d'autres sels acides, vitrioliques, nitreux, &c. il en aura



résulté autant de différens sels ammoniacaux, qu'il y a de combinaisons diverses entre l'acide de ces sels & l'alkali volatil ; car quoiqu'on puisse dire aussi qu'il y a plusieurs alkalis volatils, parce qu'en effet ils diffèrent entr'eux par quelques qualités qu'ils empruntent des substances dont on les tire, cependant tous les Chimistes conviennent qu'en les purgeant de ces matières étrangères, tous ces alkalis volatils se réduisent à un seul, toujours semblable à lui-même, lorsqu'il est amené à un point de pureté convenable (a).

De tous les sels ammoniacaux, celui que la Nature nous présente en plus grande quantité, est le sel ammoniac, formé de l'acide marin & de l'alkali volatil ; les autres qui sont composés de ce même alkali avec l'acide vitriolique, l'acide nitreux ou avec les acides végétaux & animaux, n'existent pas sur la terre, ou ne s'y trouvent qu'en si petite quantité, qu'on peut les négliger dans l'énumération des productions de la Nature. Mais de la même manière que l'alkali fixe & minéral s'est combiné en immense quantité avec l'acide marin, comme le moins éloigné de son essence, & a produit le sel commun ; l'alkali volatil a aussi saisi de préférence cet acide marin plus volatil, & par conséquent plus conforme à sa nature, que les deux autres acides minéraux ; il n'est donc pas impossible que le sel ammoniac se forme dans

---

(a) Voyez le Dictionnaire de M. Macquer, *article* Alkali volatil.

tous les lieux où l'alkali volatil & le sel marin se trouvent réunis ; les anciens Relateurs ont écrit que l'urine des chameaux produit sur les sables salés de l'Arabie & de la Lybie, du sel ammoniac en grande quantité. Mais les Voyageurs récents n'ont ni recherché ni vérifié ce fait, qui néanmoins me paroît assez probable.

Les acides en général s'unissent moins intimement avec l'alkali volatil qu'avec les alkalis fixes ; & l'acide marin en particulier n'est qu'assez foiblement uni avec l'alkali volatil dans le sel ammoniac ; c'est peut-être par cette raison que tous les sels ammoniacaux ont une saveur beaucoup plus vive & plus piquante que les sels composés des mêmes acides & de l'alkali fixe ; ces sels ammoniacaux sont aussi plus volatils & plus susceptibles de décomposition, parce que l'alkali volatil n'est pas aussi fortement uni que l'alkali fixe avec leur acide.

On trouve du sel ammoniac tout formé & sublimé au-dessus des solfatares & des volcans ; & ce fait nous fournit une nouvelle preuve de ce que j'ai dit au sujet des matières qui servent d'aliment à leurs feux, ce sont les pyrites, les terres limonneuses & végétales, les terreaux, le charbon de terre, les bitumes, & toutes les substances, en un mot, qui sont composées des détrimens des végétaux & des animaux ; & c'est par le choc de l'eau de la mer contre le feu que se font les explosions des volcans ; l'incendie de ces matières animales & végétales humectées d'eau marine, doit donc former du sel am-

moniac, qui se sublime par la violence du feu, & qui se cristallise par le refroidissement contre les parois des solfatares & des volcans. Le savant Minéralogiste *Cronstedt* dit :  
» qu'il seroit aisé d'assigner l'origine du sel  
» ammoniac, s'il étoit prouvé que les vol-  
» cans sont produits par des ardoises for-  
» mées de végétaux décomposés & d'ani-  
» maux putréfiés avec l'*humus*, car on fait,  
» ajoute-t-il, que les pétrifications ont des  
» principes qui donnent un sel urineux ;  
» mais les ardoises ne sont pas comme le dit  
*Cronstedt*, de l'*humus* ou terre végétale, elles  
ne sont pas formées de cette terre & de vé-  
gétaux décomposés ou d'animaux putréfiés,  
& les volcans ne sont pas produits par les  
ardoises ; car c'est cette même terre *humus*,  
ce sont les détrimens des végétaux & des  
animaux dont elle est composée, qui sont les  
véritables alimens des feux souterrains ; ce  
sont de même les charbons de terre, les bi-  
tumes, les pyrites & toutes les matières  
composées ou chargées de ces détrimens des  
corps organisés, qui causent leur incendie &  
entretiennent leur feu, & ce sont ces mêmes  
matières qui contiennent des sels urineux en  
bien plus grande quantité que les pétrifica-  
tions ; enfin, c'est-là la véritable origine du  
sel ammoniac dans les volcans ; il se forme  
par l'union de l'acide de l'eau marine à  
l'alkali volatil des matières animales & vé-  
gétales, & se sublime ensuite par l'action  
du feu.

Le sel ammoniac & le phosphore sont for-

més par ces deux mêmes principes salins ; l'acide marin qui seul ne s'unit pas avec la matière du feu, la saisit dès qu'il est joint à l'alkali volatil & forme le sel ammoniac ou le phosphore, suivant les circonstances de sa combinaison, & même lorsque l'acide marin ou l'acide nitreux sont combinés avec l'alkali fixe minéral, ils produisent encore le phosphore, car le sel marin *calcaire* & le nitre *calcaire*, répandent & conservent de la lumière assez long-temps après leur calcination, ce qui semble prouver que la base de tout phosphore est l'alkali, & que l'acide n'en est que l'accessoire. C'est donc aussi l'alkali volatil plutôt que l'acide marin qui fait l'essence de tous les sels ammoniacaux, puisqu'ils ne diffèrent entre eux que par leurs acides, & que tous sont également formés par l'union de ce seul alkali ; enfin c'est par cette raison que tous les sels ammoniacaux sont à demi volatils.

Le sel ammoniac formé par la combinaison de l'alkali volatil avec l'acide marin, se cristallise lorsqu'il est pur, soit par la sublimation, soit par la simple évaporation, toutes deux néanmoins suivies du refroidissement : comme ses cristaux conservent une partie de la volatilité de leur alkali, la chaleur du soleil suffit pour les dissiper en les volatilisant. Au reste, ce sel est blanc, presque transparent, & lorsqu'il est sublimé dans des vaisseaux clos il forme une masse assez compacte, dans laquelle on remarque des filets appliqués dans leur longueur parallèlement les uns aux

autres (b) ; il attire un peu l'humidité de l'air & devient déliquescent avec le tems ; l'eau le dissout facilement, & l'on a observé qu'il produit un froid plus que glacial dans sa dissolution : ce grand refroidissement est d'autant plus marqué, que la chaleur de l'air est plus grande & qu'on le dissout dans une eau plus chaude ; & la dissolution se fait bien plus promptement dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

L'action du feu ne suffit pas seule pour décomposer le sel ammoniac ; il se volatilise à l'air libre ou se sublime comme le soufre en vaisseaux clos, sans perdre sa forme & son essence ; mais on le décompose aisément par les acides vitrioliques & nitreux, qui sont plus puissans que l'acide marin, & qui s'emparent de l'alkali volatil, que cet acide plus foible est forcé d'abandonner ; on peut aussi le décomposer par les alkalis fixes & par les substances calcaires & métalliques qui s'emparent de son acide avec lequel elles ont plus d'affinité que l'alkali volatil.

La décomposition de ce sel par la craie ou par toute autre matière calcaire, offre un phénomène singulier, c'est que d'un sel ammoniac que nous supposons composé de parties égales d'acide marin & d'alkali volatil, on retire par cette décomposition beaucoup plus d'alkali volatil, au point que sur une livre de sel composée de huit onces d'acide

---

(b) Dictionnaire de Chimie, par M. Macquer, *article*  
Sel ammoniac.

marin & de huit onces d'alkali volatil, on retire quatorze onces de ce même alkali ; ces six onces de surplus ont certainement été fournies par la craie, laquelle, comme toutes les autres substances calcaires, contient une très grande quantité d'air & d'eau qui se dégagent ici avec l'alkali volatil, pour en augmenter le volume & la masse, autre preuve que l'air fixe ou acide aérien peut se convertir en alkali volatil.

Indépendamment de l'acide aérien il entre encore de la matière inflammable dans l'alkali volatil, & par conséquent dans la composition du sel ammoniac ; il fait par cette raison fuier le nitre lorsqu'on les chauffe ensemble, il rehausse la couleur de l'or si on le projette sur la fonte de ce métal ; il sert aussi, & par la même cause, à fixer l'étamage sur le cuivre & sur le fer. On fait donc un assez grand usage de ce sel, & comme la Nature n'en fournit qu'en très petite quantité, on auroit dû chercher les moyens d'en fabriquer par l'art ; mais jusqu'ici on s'est contenté de s'en procurer par le commerce ; on le tire des Indes orientales, & sur-tout de l'Égypte (c), où l'on en fait tous les ans plu-

---

(c) On fait du sel ammoniac dans plusieurs lieux de l'Égypte, & sur-tout à *Damaier*, qui est un village situé dans le *Delta*, avec de la suie animale que l'on met dans des ballons de verre avec du sel marin, dissous dans l'urine de chameaux ou d'autres bêtes de somme. *Sicard*, dans les nouveaux Voyages des Missionnaires dans le Levant.

fleurs centaines de quintaux ; c'est des déjections des animaux & des hommes que l'on extrait ce sel en Égypte (d) ; on fait que faute de bois on y ramasse soigneusement les

---

vant, tome II. — Le sel ammoniac se tire simplement de la suie provenue de la fiente de toutes sortes de quadrupèdes : les plantes les plus ordinaires dont ces animaux se nourrissent en Égypte, sont la criste marine, *salicornie* ; l'arroche ou patte-d'oie, *chenopodium* ; le kali de Naples, *mesembryanthemum* ; toutes plantes qui sont très chargées de sel marin. On emploie aussi avec succès les excréments humains, qui passent pour fournir une grande quantité de sel ammoniac. . . . On regarde même comme la meilleure la suie provenant des excréments humains. . . . Vingt-six livres de bonne suie traitée & bien chauffée dans de gros matras de verre, donnent environ six livres de sel ammoniac : ce sel s'attache peu-à-peu, & forme une masse en forme de gâteau, à la partie supérieure du matras, que l'on brise pour en détacher cette masse, qui est convexe par-dessus & plate par-dessous : elle est noirâtre à l'extérieur, & blanchâtre à l'intérieur. C'est dans cet état que l'on envoie d'Égypte le sel ammoniac dans toute l'Europe & l'Asie, & on en exporte d'Égypte chaque année environ huit cents cinquante quintaux. Voyez les Mémoires de l'Académie de Suède, année 1751.

(d) On pourroit faire en France, comme en Égypte, du sel ammoniac ; car dans plusieurs de nos Provinces qui sont dégarnies de bois, telles que certaines parties de la Bretagne, du Dauphiné, du Limosin, de la Champagne, &c. les pauvres gens ne brûlent que des excréments d'animaux.

excrémens de tous les animaux ; on les mêle avec un peu de paille hachée pour leur donner du corps & les faire sécher au soleil ; ils deviennent combustibles par ce dessèchement, & l'on ne se sert guère d'autres matières pour faire du feu ; on recueille avec encore plus de soin la suie que leur combustion produit abondamment ; cette suie contient l'alkali volatil & l'acide marin, tous deux nécessaires à la formation du sel ammoniac ; aussi ne faut-il que la renfermer dans des vaisseaux de verre qu'on en remplit aux trois quarts & qu'on chauffe graduellement au point de faire sublimer l'alkali volatil ; il enlève avec lui une portion de l'acide marin, & ils forment ensemble au haut du vaisseau une masse considérable de sel ammoniac. Vingt-six livres de cette suie animale donnent, dit-on, six livres de sel ammoniac ; ce qu'il y a de sûr, c'est que l'Égypte en fournit l'Europe & l'Asie : néanmoins on fabrique aussi du sel ammoniac dans quelques endroits des Indes orientales ; mais il ne nous en arrive que rarement & en petite quantité ; on le distingue aisément de celui d'Égypte, il est en forme de pain de sucre, & l'autre est en masse aplatie ; leur surface est également noircie de l'huile fuligineuse de la suie, & il faut les laver pour les rendre blancs au dehors comme ils le sont au dedans.

La saveur de ce sel est piquante & salée ; & en même-temps froide & amère ; son odeur pénétrante est urineuse, & il y a



toute raison de croire qu'il peut en effet, se former dans les lieux où l'alkali volatil de l'urine putréfiée se combine avec l'acide du sel marin. Ses cristaux sont en filets arrangés en forme de barbes de plumes, à-peu-près comme ceux de l'alun ; ils sont plians & flexibles, au lieu que ceux de l'alun sont roides & cassans. Au reste, on peut tirer du sel ammoniac de toutes les matières qui contiennent du sel marin & de l'alkali volatil. Il y a même des plantes comme la moutarde, les choux &c. qui fournissent du sel ammoniac, parce qu'elles sont imprégnées de ces deux sels.

On recueille le sel ammoniac qui se sublime par l'action des feux souterrains, & même l'on aide à sa formation en amoncelant des pierres sur les ouvertures & fentes par où s'exhalent les fumées ou vapeurs enflammées ; elles laissent sur ces pierres une espèce de suie blanche & salée, de laquelle on tire du sel marin & du sel ammoniac ; quelquefois aussi cette suie est purement ammoniacale, & cela arrive lorsque l'acide marin dégagé de sa base, s'est combiné avec l'alkali volatil des substances animales & végétales, qui, sous la forme de bitume, de charbon de terre, &c. servent d'aliment au feu des volcans : le Vésuve, l'Erna & toutes les solfatares en produisent, & l'on en trouve aussi sur les vieux volcans éteints, ou qui brûlent tranquillement & sans explosion ; on cite le pays des Calmouks en Tartarie, & le territoire d'Orenbourg en Sibérie, comme

très-abondans en sel ammoniac ; on assure que , dans ces lieux , il a formé d'épaisses incrustations sur les rochers , & que même il se présente quelquefois en masses jointes à du soufre ou d'autres matières volcaniques.





## B O R A X.

**L**É BORAX est un sel qui nous vient de l'Asie, & dont l'origine & même la fabrication ne nous sont pas bien connues; il paroît néanmoins que ce sel est formé ou du moins ébauché par la Nature, & que les anciens Arabes qui lui ont donné son nom, savoient le *facturer*, & en faisoient un grand usage; mais ils ne nous ont rien transmis de ce qu'ils pouvoient savoir sur la formation dans le sein de la terre, & sur la manière de l'extraire & de le préparer; les Voyageurs modernes nous apprennent seulement que ce sel se trouve dans quelques provinces de la Perse (*a*), de la Tartarie méridionale (*b*), & dans quelques contrées des

---

(*a*) Le borax est un sel minéral qui naît aux Indes orientales, en Perse, en Transilvanie; après qu'il a été tiré de la terre, on le raffine peu-à-peu comme les autres sels, & il se condense en beaux morceaux blancs, nets, durs, transparens, secs; il se garde facilement sans s'humecter; il a d'abord un goût un peu amer, après quoi il devient douceâtre: on s'en sert pour souder quelques métaux, & principalement l'or, ce qui l'a fait appeller *chrysocolle*; il est aussi quelquefois employé dans la Médecine, comme un remède incisif & apéritif. *Collection académique; partie françoise, tome II, page 28.*

(*b*) Le borax, dont les Orfèvres se servent pour pu-

Indes orientales (c). La meilleure relation est celle qui a été publiée par l'un de nos plus laborieux & savans Naturalistes, M. Valmont de Bomare (d), par laquelle il

---

rifier l'or & l'argent, se trouve dans la montagne de la Province de *Purbet*, sous le *Raxia Biberom*, vers la grande Tartarie... Le borax vient de la riviere de *Janckenkaw*, laquelle, en sortant de la montagne, entre dans la riviere de *Mescroov*, laquelle traverse toute la Province, & produit cette drogue qui croît au fond de l'eau comme le corail; les Guzarates l'appellent *Janckenkhav*, & le gardent dans des bourses de peau de mouton qu'ils remplissent d'huile pour le mieux conserver. *Voyages de Mandeflo, suite d'Oléarius. Paris, 1656, tome II, page 250.*

(c) Il n'y a point d'autres précautions à prendre dans l'achat du borax qui se fait dans la Province de Guzarate, que de voir s'il est bien blanc & bien transparent, de même que le salpêtre. *Suite des Voyages de Tavernier. Rouen, 1713, tome V, page 184.*

(d) On nous écrit, en 1754, d'Hispaham, dit M. de Bomare, que le Borax brun, tel qu'on l'envoie en Europe, se retiroit d'une terre sablonneuse ou d'une pierre tendre, grisâtre, grasse, que l'on trouve seulement en Perse & dans l'Empire du grand Mogol, à Goleonde & à Visapour, proche des torrens & au bas des montagnes, d'où il découle une eau mousseuse, laiteuse, un peu âcre & lixivielle. Ces pierres sont de différentes grosseurs; on les expose à l'air, afin qu'elles subissent une sorte d'efflorescence, jusqu'à ce qu'elles paroissent rouges à leur superficie, quelquefois verdâtres, obscures & brunâtres; c'est-là ce qu'on appelle *matrice de borax, borax gras*,

paroît que ce sel se trouve dans des terres grasses & dans des pierres tendres, arrosées ou peut-être formées du dépôt des eaux qui découlent des montagnes à mines métalliques, ce qui semble indiquer que ce sel est en dissolution dans ces eaux, & que la terre grasse ou la pierre tendre ont été pénétrées de cette eau saline & minérale. On appelle *tinkal* ou *borax brut*, la matière qu'on extrait de ces terres & pierres par la lessive & l'évaporation, & c'est sous cette forme & sous ce nom qu'on l'apporte en Europe où l'on achève de le purifier.

Dans leur état de pureté, les cristaux du

---

*brut, & pierre de borax.* Tantôt ce sel se retire d'une eau épaisse, que l'on trouve dans des fosses très profondes près d'une mine de cuivre de Perse : cette liqueur a l'œil verdâtre, & la saveur d'un sel fade; on a soin de ramasser non-seulement cette liqueur, mais encore la matière comme gélatineuse, qui la contient : on fait une espèce de lessive, tant de l'eau que de la terre grasseuse & des pierres, dont nous venons de faire mention, jusqu'à ce qu'elles soient tout-à-fait insipides; on mélange ensuite toutes les dissolutions chargées de borax; on les fait évaporer à consistance requise; puis on procède à la cristallisation, en versant la liqueur à demi-refroidie dans des fosses enduites de glaise ou d'argile blanchâtre, & recouvertes d'un chapeau enduit de la même matière: on laisse ainsi la liqueur se cristalliser; & au bout de trois mois environ, on trouve une couche de cristaux diffus, opaques, terreux, verdâtres & visqueux, d'un goût nauséabond, qui flottent dans une partie de la liqueur qui

borax ressemblent à ceux de l'alun; ils contiennent cependant moins d'eau, & en exigent une plus grande quantité pour se dissoudre, & même ils ne se dissolvent bien que dans l'eau chaude. Au feu, ce sel se gonfle moins que l'alun, mais il s'y liquéfie & s'y calcine de même; enfin il se convertit en une sorte de verre salin, qu'on préfère au borax même dans plusieurs usages, parce qu'étant dépouillé de toute humidité il n'est point sujet à se boursoufler; ce verre de borax n'est ni dur ni dense, & il participe moins des qualités du verre que de celles du sel; il se décompose à l'air, y devient

n'a point totalement cristallisé; on les expose quelque temps à l'air, afin qu'ils sèchent un peu; c'est ce qu'on appelle *borax gras* de la première purification.

On dissout de nouveau ce sel dans une quantité suffisante d'eau; puis l'on donne quelques jours à la dissolution, pour que les particules les plus hétérogènes s'en séparent & se précipitent; ensuite on la décante; on l'évapore & on la met à cristalliser dans une autre fosse, que la première, mais également enduite d'argile grasse: après l'espace de deux mois, on trouve des cristaux plus purs, plus réguliers que les précédens; ils sont demi-blancs, verdâtres, grisâtres, un peu transparens, cependant toujours couverts d'une substance grasse, dont on les dépouille facilement en Hollande. C'est en cet état qu'on apporte en Europe ces cristaux de la seconde purification, auxquels l'on donne improprement le nom de *borax brut*, on *borax de la première fonte*. *Minéralogie de M. de Bomare, tome I, pages 344 & 345.*

farineux;

farineux ; il se dissout dans l'eau , & donne , par l'évaporation , des cristaux tout semblables à ceux du borax ; ainsi ce sel , en se vitrifiant , loin de se dénaturer , ne fait que s'épurer davantage & acquérir des propriétés plus actives , car ce verre de borax est le plus puissant de tous les fondans , & lorsqu'on le mêle avec des terres , de quelque qualité qu'elles soient , il les convertit toutes en verres solides & plus ou moins transparens , suivant la nature de ces terres.

Tout ceci paroît déjà nous indiquer que le borax contient une grande quantité d'alkali , & cela se prouve encore par l'effet des acides sur ce sel ; ils s'emparent de son alkali , & forment des sels tout semblables à ceux qu'ils produisent en se combinant avec l'alkali minéral ou marin ; & non-seulement on peut enlever au borax son alkali , par les acides vitriolique , nitreux & marin , mais aussi par les acides végétaux (e) ; ainsi , la présence de l'alkali fixe dans le borax , est parfaitement démontrée. Mais ce n'est cependant pas cet alkali seul qui constitue son essence saline ; car après en avoir séparé , par les acides , cet alkali , il reste un sel qui n'est lui-même ni acide ni alkali , & qu'on ne sait comment définir ; M. Homberg , de l'Académie des Sciences , est le premier qui en ait parlé , il l'a nommé *sel sédatif* , & ce nom n'a

---

(e) Voyez sur ce sujet les travaux de MM. Lémery ; Geoffroy & Baron , dans les Mémoires de l'Académie des Sciences.

rapport qu'à quelques propriétés calmantes que cet habile Chimiste a cru lui reconnoître, mais on ignore encore quel est le principe salin de ce sel singulier; & comme sur les choses incertaines il est permis de faire des conjectures, & que j'ai ci-devant réduit tous les sels simples à trois sortes, savoir, les acides, les alkalis & les arsenicaux, il me semble qu'on peut soupçonner avec fondement que le sel sédatif a l'arsenic pour principe salin.

D'abord il paroît certain que ce sel existe tout formé dans le borax & qu'il y est uni avec l'alkali, dont les acides ne font que le dégager, puisqu'en le combinant de nouveau avec l'alkali on en refait du borax. 2°. Le sel sédatif n'est point un acide, & cependant il semble suppléer l'acide dans le borax, puisqu'il y est uni avec l'alkali : or il n'y a dans la Nature que l'arsenic qui puisse faire fonction d'acide avec les substances alkales. 3°. On obtient le sel sédatif du borax par sublimation, il s'élève & s'attache au haut des vaisseaux clos en filets déliés ou en lames minces, légères & brillantes, & c'est sous cette forme qu'on conserve ce sel. On peut aussi le retirer du borax par la simple cristallisation; il paroît être aussi pur que celui qu'on obtient par la sublimation, car il est également brillant & aussi beau, il est seulement plus pesant, quoique toujours très léger; & l'on ne peut s'empêcher d'admirer la légèreté de ce sel obtenu par sublimation; un gros, dit M. Macquer suffit pour emplir un assez grand bocal. 4°. C'est toujours par



le moyen des acides qu'on retire le sel sédatif du borax, soit par sublimation ou par cristallisation, & M. Baron, habile Chimiste, de l'Académie des Sciences, a bien prouvé qu'il ne se forme pas comme on pourroit l'imaginer, par la combinaison actuelle de l'alkali avec les acides dont on se sert pour le retirer du borax ; ainsi, ce sel n'est certainement point un acide connu. 5°. Les Chimistes ont regardé ce sel comme simple, parce qu'il ne leur a pas été possible de le décomposer : il a résisté à toutes les épreuves qu'ils ont pu tenter, & il a conservé son essence sans altération. 6°. Ce sel est non-seulement le plus puissant fondant des substances terreuses, mais il produit le même effet sur les matières métalliques.

Ainsi, quoique le sel sédatif paroisse simple & qu'il le soit en effet plus que le borax, il est néanmoins composé de quelques substances salines & métalliques, si intimement unies, que notre art ne peut les séparer, & je présume que ces substances peuvent être de l'arsenic & du cuivre, auquel on fait que l'arsenic adhère si fortement qu'on a grande peine à l'en séparer : ceci n'est qu'une conjecture, un soupçon ; mais comme d'une part le borax ne se trouve que dans des terres ou des eaux chargées de parties métalliques, & particulièrement dans le voisinage des mines de cuivre en Perse ; & que d'autre part le sel sédatif n'est ni acide ni alkali, & qu'il a plusieurs propriétés semblables à celles de l'arsenic ; & qu'enfin il n'y a de sels simples dans la Nature que l'acide, l'al-

kali & l'arsenic, j'ai cru que ma conjecture étoit assez fondée pour la laisser paroître, en la soumettant néanmoins à toute critique, & particulièrement à l'arrêt irrévocable de l'expérience, qui la détruira ou la confirmera : je puis, en attendant, citer un fait qui paroît bien constaté ; M. Cadet, l'un de nos savans Chimistes, de l'Académie des Sciences, a tiré du borax un culot de cuivre par des dissolutions & des filtrations réitérées, & ce seul fait suffit pour démontrer que le cuivre est une des substances dont le borax est composé ; mais il sera peut-être plus difficile d'y reconnoître l'arsenic.

Le sel sédatif est encore plus fusible, plus vitrifiable & plus vitrifiant que le borax, & cependant il est privé de son alkali qui, comme l'on sait, est le sel le plus fondant & le plus nécessaire à la vitrification ; dès-lors ce sel sédatif contient donc une matière, qui sans être alkaline a néanmoins la même propriété vitrifiante : or je demande quelle peut être cette matière si ce n'est de l'arsenic, qui seul a ces propriétés, & qui même peut fondre & vitrifier plusieurs substances que les alkalis ne peuvent vitrifier ?

Ce sel se dissout dans l'esprit-de-vin, il donne à sa flamme une belle couleur verte, ce qui semble prouver encore qu'il est imprégné de quelques élémens métalliques, & particulièrement de ceux du cuivre ; il est vrai qu'en supposant ce sel composé d'arsenic & de cuivre, il faut encore admettre dans sa composition, une terre vitrescible, capable de saturer l'arsenic & d'envelopper le

cuivre, car ce sel sédatif a très peu de saveur, & ses effets, au lieu d'être funestes comme ceux de l'arsenic & du cuivre, ne sont que doux & même salutaires; mais ne trouve-t-on pas la même différence d'effets entre le sublimé corrosif & le mercure doux? Un autre fait qui va encore à l'appui de ma conjecture, c'est que le borax fait pâlir la couleur de l'or, & l'on sait que l'arsenic le pâlit ou blanchit de même; mais on ne fait pas, & il faudroit l'essayer, si en jetant à plusieurs reprises, une grande quantité de borax sur l'or en fusion, il ne le rendroit pas cassant comme fait l'arsenic; s'il produisoit cet effet, on ne pourroit guère douter que le borax & le sel sédatif ne continssent de l'arsenic. Au reste, il faudroit faire de préférence cet essai sur le sel sédatif qui est débarrassé d'alkali, & qui a comme le borax la propriété de blanchir l'or. Enfin on peut comparer au borax le *nitre fixé par l'arsenic* qui devient par ce mélange un très puissant fondant, & qu'on peut employer au lieu de borax pour opérer la vitrification; tous ces rapports me semblent indiquer que l'arsenic fait partie du borax, mais qu'il adhère si fortement à la base métallique de ce sel, qu'on ne peut l'en séparer.

Au reste, il n'est pas certain qu'on ne puisse tirer le sel sédatif que du seul borax, puisque M. Hoëffer assure que les eaux du lac *Cherchiago* dans le territoire de Sienne en Italie, en fournissent une quantité assez considérable, & cependant il ne dit pas que

ces mêmes eaux fournissent du borax (*f*).

On apporte de Turquie, de Perse, du continent des Indes & même de l'île de Ceylan, du *tinkal* ou *borax brut* de deux sortes ; l'un est mou & rougeâtre, & l'autre est ferme & gris ou verdâtre ; on leur enlève ces couleurs & l'onctuosité dont ils sont encore imprégnés en les purifiant. Autrefois les Vénitiens étoient, & actuellement les Hollandois sont les seuls qui aient le secret de ce petit art, & les seuls aussi qui fassent le commerce de ce sel ; cependant on assure que les Anglois en tirent de plusieurs endroits des Indes, & qu'ils en achètent des Hollandois à Ceylan.

Le borax bien purifié doit être fort blanc & très léger : on le falsifie souvent en le mêlant d'alun ; il porte alors une saveur stiptique sur la langue ; & volume pour volume, il est bien moins léger que le borax pur, qui n'a d'ailleurs presque point de saveur, & dont les cristaux sont plus transparens que ceux de l'alun : on distingue donc à ces deux caractères sensibles, le borax pur du borax mélangé.

La plus grande & la plus utile propriété du borax, est de faciliter plus qu'aucun autre sel, la fusion des métaux ; il en rassemble aussi les parties métalliques, & les débarrasse

---

(*f*) Voyez le Mémoire de M. Hoëffer, Directeur de Pharmacie du Grand-Duc de Toscane, imprimé à Florence en 1778.

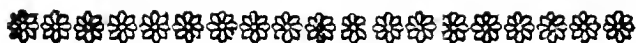
des substances hétérogènes qui s'y trouvent mêlées, en les réduisant en scories qui nagent au-dessus du métal fondu; il le défend aussi de l'action de l'air & du feu, parce qu'il forme lui-même un verre qui sert de bain au métal avec lequel il ne se confond ni ne se mêle; & comme il en accélère & facilite la fusion, il diminue par conséquent la consommation des combustibles & le temps nécessaire à la fonte; car il ne faut qu'un feu modéré pour qu'il exerce son action fondante; on s'en sert donc avec tout avantage pour souder les métaux dont on peut, par son moyen, réunir les pièces les plus délicates sans les déformer; il a éminemment cette utile propriété de réunir & souder ensemble tous les métaux durs & difficiles à fondre.

Quoiqu'à mon avis le borax contienne de l'arsenic, il est néanmoins autant ami des métaux, que l'arsenic se montre leur ennemi: le borax les rend lians & fusibles, & ne leur communique aucune des qualités de l'arsenic, qui, lorsqu'il est seul & un, les aigrit & les corrode: & d'ailleurs l'action du borax est subordonnée à l'art, au lieu que l'arsenic agit par sa propre activité, & se trouve répandu & produit par la Nature dans presque tout le règne Minéral; & à cet égard l'arsenic comme sel, devrait trouver ici sa place.

Nous avons dit que des trois grandes combinaisons salines de l'acide primitif ou aérien, la première s'est faite avec la terre vitreuse, & nous est représentée par l'acide vitrio-

lique ; la seconde s'est opérée avec la terre calcaire , & a produit l'acide marin ; & la troisième avec la substance métallique , a formé l'arsenic. L'excès de causticité qui le caractérise , & ses autres propriétés , semblent en effet tenir à la masse & à la densité de la base que nous lui assignons ; mais l'arsenic est un *prothée* qui , non-seulement se montre sous la forme de sel , mais se produit aussi sous celle d'un régule métallique ; & c'est à cause de cette propriété , qu'on lui a donné le nom & le rang de demi-métal ; ainsi , nous remettons à en traiter à la suite des demi-métaux , dont il paroît être le dernier ; quoique par des traits presque aussi fortement marqués , il s'unisse & s'assimile aux sels.

Nous terminerons donc ici cette Histoire naturelle des sels , peut-être déjà trop longue ; mais j'ai dû parler de toutes les matières salines que produit la Nature , & je n'ai pu le faire sans entrer dans quelque discussion sur les principes salins , & sans exposer avec un peu de détail , les différens effets des acides & des alkalis amenés par notre art à leur plus grand degré de pureté ; j'ai tâché d'exposer leurs propriétés essentielles , & je crois qu'on en aura des idées nettes si l'on veut me lire sans préjugés. J'aurois encore plus excédé les bornes que je me suis prescrites , si je me fusse livré à comparer avec les sels produits par la Nature , tous ceux que la Chimie a su former par ses combinaisons ; les sels sont après le feu les plus grands instrumens de ce bel art , qui commence à devenir une science par sa réunion avec la Physique.



## D U F E R.

**O**N trouve rarement les métaux sous leur forme métallique dans le sein de la terre; ils y sont ordinairement sous une forme minéralisée, c'est-à-dire, altérée par le mélange intime de plusieurs matières étrangères, & la quantité des métaux purs est très petite en comparaison de celle des métaux minéralisés; car à l'exception de l'or qui se trouve presque toujours dans l'état de métal, tous les autres métaux se présentent le plus souvent dans l'état de minéralisation. Le feu primitif, en liquéfiant & vitrifiant toute la masse des matières terrestres du globe, a sublimé en même temps les substances métalliques, & leur a laissé d'abord leur forme propre & particulière; quelques-unes de ces substances métalliques ont conservé cette forme native, mais la plupart l'ont perdue par leur union avec des matières étrangères & par l'action des élémens humides. Nous verrons que la production des métaux purs & celle des métaux mélangés de matière vitreuse par le feu primitif, sont contemporaines, & qu'au contraire les métaux minéralisés par les acides & travaillés par l'eau, sont d'une formation postérieure.

Tous les métaux sont susceptibles d'être sublimés par l'action du feu; l'or qui est le plus fixe de tous ne laisse pas de se sublimer

par la chaleur (a), & il en est de même de tous les autres métaux & minéraux métalliques : ainsi, lorsque le feu primitif eut réduit en verre les matières fixes de la masse terrestre, les substances métalliques se sublimèrent & furent par conséquent exclues de la vitrification générale ; la violence du feu les tenoit élevées au-dessus de la surface du Globe ; elles ne tombèrent que quand cette chaleur extrême, commençant à diminuer, leur permit de rester dans un état de fusion sans être sublimées de nouveau. Les métaux qui, comme le fer & le cuivre, exigent le plus de feu pour se fondre, durent se placer les premiers sur la roche du Globe encore toute ardente ; l'argent & l'or dont la fusion ne suppose qu'un moindre degré de feu, s'établirent ensuite & coulèrent dans les fentes perpendiculaires de cette roche déjà consolidée, ils remplirent les interstices que le quartz décrépit leur offroit de toutes parts, & c'est par cette raison qu'on trouve l'or & l'argent vierge en petits filets dans la roche quartzreuse. Le plomb & l'étain auxquels il ne faut qu'une bien moindre chaleur pour se liquéfier, coulèrent long-temps après ou se convertirent en chaux, & se placèrent de même dans les fentes perpendiculaires ; enfin tous ces métaux, souvent mêlés & réunis ensemble, y formèrent les filons primitifs des mines primordiales, qui

---

(a) Voyez les preuves, volume I, de cette Histoire des Minéraux, page 36, note (a).



toutes sont mêlées de plusieurs minéraux métalliques. Et le mercure qu'une médiocre chaleur volatilise, ne put s'établir que peu de temps avant la chute des eaux & des autres matieres également volatiles.

Quoique ces dépôts des différens métaux se soient formés successivement & à mesure que la violence du feu diminueoit, comme ils se sont faits dans les mêmes lieux, & que les fentes perpendiculaires ont été le réceptacle commun de toutes les matieres métalliques fondues ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, toutes les mines sont mêlées de différens métaux & minéraux métalliques (b); en effet, il y a presque toujours plusieurs métaux dans la même mine : on trouve le fer avec le cuivre, le plomb avec l'argent, l'or avec le fer & quelquefois tous ensemble; car il ne faut pas croire, comme bien des gens se le figurent, qu'une mine d'or ou d'argent ne contienne que l'une ou l'autre de ces matieres; il suffit pour qu'on lui donne cette dénomination,

---

(b) Les métaux & demi-métaux n'ont pas chacun leur mine particuliere, & leurs minerais ne sont pas des corps homogènes; au contraire, presque toutes les substances métalliques sont souvent confondues ensemble, & l'on présume même que quelques-unes, telles que le zinc & la platine, résultent du mélange des autres.

L'argent, le plomb, le cuivre, l'arsenic & le cobalt, se trouvent assez souvent confondus dans le même filon de mine, en des quantités presque égales. *Mémoires de Physique, par M. de Grignon, in-4°. page 272.*

que la mine soit mêlée d'une assez grande quantité de l'un ou de l'autre de ces métaux, pour être travaillée avec profit ; mais souvent & presque toujours, le métal précieux y est en moindre quantité que les autres matières minérales ou métalliques.

Quoique les faits subsistans s'accordent parfaitement avec les causes & les effets que je suppose, on ne manquera pas de contester cette théorie de l'établissement local des mines métalliques : on dira qu'on peut se tromper en estimant par comparaison, & jugeant par analogie les procédés de la Nature ; que la vitrification de la terre & la sublimation des métaux par le feu primitif, n'étant pas des faits démontrés, mais de simples conjectures, les conséquences que j'en tire ne peuvent qu'être précaires & purement hypothétiques ; enfin l'on renouvellera sans doute, l'objection triviale si souvent répétée contre les hypothèses, en s'écriant qu'en bonne physique, il ne faut ni comparaisons ni systèmes.

Cependant il est aisé de sentir que nous ne connoissons rien que par comparaison, & que nous ne pouvons juger des choses & de leurs rapports, qu'après avoir fait une ordonnance de ces mêmes rapports, c'est-à-dire un système. Or les grands procédés de la Nature sont les mêmes en tout, & lorsqu'ils nous paroissent opposés, contraires ou seulement différens, c'est faute de les avoir saisis & vus assez généralement pour les bien comparer. La plupart de ceux qui observent les effets de la Nature, ne s'attachant qu'à

quelques points particuliers, croient voir des variations & même des contrariétés dans ses opérations; tandis que celui qui l'embrasse par des vues plus générales, reconnoît la simplicité de son plan, & ne peut qu'admirer l'ordre constant & fixe de ses combinaisons, & l'uniformité de ses moyens d'exécution : grandes opérations, qui, toutes fondées sur des loix invariables, ne peuvent varier elles-mêmes ni se contrarier dans les effets. Le but du Philosophe naturaliste doit donc être de s'élever assez haut pour pouvoir déduire d'un seul effet général, pris comme cause, tous les effets particuliers; mais pour voir la Nature sous ce grand aspect, il faut l'avoir examinée, étudiée & comparée dans toutes les parties de son immense étendue; assez de génie, beaucoup d'étude, un peu de liberté de penser, sont trois attributs sans lesquels on ne pourra que défigurer la Nature, au lieu de la représenter : je l'ai souvent senti en voulant la peindre, & malheur à ceux qui ne s'en doutent pas ! leurs travaux, loin d'avancer la science, ne font qu'en retarder les progrès; de petits faits, des objets présentés par leurs faces obliques ou vus sous un faux jour, des choses mal-entendues, des méthodes scholastiques, de grands raisonnemens fondés sur une métaphysique puérile ou sur des préjugés, sont les matières sans substance des ouvrages de l'écrivain sans génie; ce sont autant de tas de décombres qu'il faut enlever avant de pouvoir construire. Les sciences seroient donc plus avancées si moins de gens avoient

écrit ; mais l'amour-propre ne s'opposera-t-il pas toujours à la bonne-foi ! L'ignorant se croit suffisamment instruit ; celui qui ne l'est qu'à demi, se croit plus que Savant , & tous s'imaginent avoir du génie ou du moins assez d'esprit pour en critiquer les productions ; on le voit par les ouvrages de ces Écrivains qui n'ont d'autre mérite que de crier contre les systèmes, parce qu'ils sont non-seulement incapables d'en faire , mais peut-être même d'entendre la vraie signification de ce mot qui les épouvante ou les humilie ; cependant tout système n'est qu'une combinaison raisonnée, une ordonnance des choses ou des idées qui les représentent, & c'est le génie seul qui peut faire cette ordonnance, c'est-à-dire un système en tout genre , parce que c'est au génie seul qu'il appartient de généraliser les idées particulières, de réunir toutes les vues en un faisceau de lumière , de se faire de nouveaux aperçus , de saisir les rapports fugitifs , de rapprocher ceux qui sont éloignés, d'en former de nouvelles analogies, de s'élever enfin assez haut , & de s'étendre assez loin pour embrasser à-la-fois tout l'espace qu'il a rempli de sa pensée ; c'est ainsi que le génie seul peut former un ordre systématique des choses & des faits, de leurs combinaisons respectives , de la dépendance des causes & des effets ; de sorte que le tout rassemblé , réuni, puisse présenter à l'esprit un grand tableau de spéculations suivies, ou du moins un vaste spectacle dont toutes les scènes se lient & se tiennent par des idées conséquentes & des faits assortis.

Je crois donc que mes explications sur l'action du feu primitif, sur la sublimation des métaux, sur la formation des matières vitreuses, argileuses & calcaires, sont d'accord avec les procédés de la Nature dans ses plus grandes opérations, & nous verrons que l'ensemble de ce système & ses autres rapports, seront encore confirmés par tous les faits que nous rapporterons dans la suite, en traitant de chaque métal en particulier.

Mais pour ne parler ici que du fer, on ne peut guère douter que ce métal n'ait commencé à s'établir le premier sur le Globe, & peu de temps après la consolidation du quartz, puisqu'il a coloré les jaspes & les cristaux de feld-spath; au lieu que l'or, l'argent, ni les autres métaux ne paroissent pas être entrés comme le fer dans la substance des matières vitreuses produites par le feu primitif; & ce fait prouve que le fer plus capable de résister à la violence du feu, s'est en effet établi le premier & dès le temps de la consolidation des verres de nature: car le fer primordial se trouve toujours intimement mêlé avec la matière vitreuse, & il a formé avec elle de très grandes masses & même des montagnes à la surface du Globe, tandis que les autres métaux, dont l'établissement a été postérieur, n'ont occupé que les intervalles des fentes perpendiculaires de la roche quartzeuse dans lesquelles ils se trouvent par filons & en petits amas (c).

---

(c) Pline dit, avec raison, que de toutes les substan-

Aussi n'existe-t-il nulle part des grandes masses de fer pur & pareil à notre fer forgé, ni même semblable à nos fontes de fer; & à peine peut-on citer quelques exemples de petits morceaux de fonte ou régule de fer trouvés dans le sein de la terre, & formés sans doute accidentellement par le feu des volcans, comme l'on trouve aussi & plus fréquemment des morceaux d'or, d'argent & de cuivre, qu'on reconnoît évidemment avoir été fondus par ces feux souterrains (*d*).

---

ces métalliques, le fer est celle qui se trouve en plus grandes masses, & qu'on a vu des montagnes qui en étoient entièrement formées; *metallorum omnium vena ferri largissima est: Cantabrie maritimâ parte quam Oceanus alluit, mons præruptè altus, incredibile dictu, totus ex eâ materie est*, lib. XXXIV, chap. xv.

(*d*) Les mines d'argent de *Huantafaya* & celles de cuivre mêlées d'or de Coquimbo, sont situées dans des contrées où il ne pleut jamais & où il fait chaud; tandis que toutes les autres mines riches du Pérou, sont situées dans les Cordelières, du côté où il pleut abondamment, & qui est recouvert de neige, & où il fait un froid excessif dans quelques saisons de l'année; mais ces mines de *Huantafaya* & de Coquimbo, doivent être regardées comme des mines accidentelles qu'on pourroit appeller mines de *fondition*, parce que ces métaux ont été mis en fonte par un feu de volcan, & qu'ils ont été déposés en fusion dans les fentes des rochers ou dans le sable. Les morceaux de mine de *Huantafaya* que j'ai acquis, Monsieur, pour le Cabinet, & que je vous remettrai, laissent appercevoir les mêmes accidens que l'on observe dans les  
La

La substance du fer de nature n'a donc jamais été pure, & dès le temps de la consolidation du Globe, ce métal s'est mêlé avec la matière vitreuse, & s'est établi en grandes masses dans plusieurs endroits à la surface, & jusqu'à une petite profondeur dans l'intérieur de la terre. Au reste, ces grandes masses ou roches ferrugineuses ne sont pas également riches en métal; quelques-unes donnent soixante-dix ou soixante-douze pour cent de fer en fonte, tandis que d'autres n'en donnent pas quarante; & l'on sait que cette fonte de fer qui résulte de la fusion des mines n'est pas encore du métal, puisqu'avant de devenir fer elle perd au moins un quart de sa masse par le travail de l'affinerie; on est donc assuré que les mines de fer en roche les plus riches, ne contiennent guère qu'une moitié de fer, & que l'autre moitié de leur masse est de matière vitreuse; on peut même le reconnoître en soumettant ces mines à l'action des acides qui en dissolvent le fer & laissent intacte la substance vitreuse.

D'ailleurs ces rochers de fer que l'on doit regarder comme les mines primordiales de ce métal dans son état de nature, sont toutes

---

ateliers où l'on fond en grand le métal pour les monnoies. Il y a entr'autres un gros morceau de cette mine d'argent d'Huantafaya, qui présente une cristallisation de soufre, ce qui prouve qu'il a été formé par le feu d'un volcan. *Extrait d'une Lettre de M. Dombey, Correspondant du Cabinet d'Histoire Naturelle, à M. de Buffon, datée de Lima, le 2 Novembre 1781.*

attrayables à l'aimant (e); preuve évidente qu'elles ont été produites par l'action du feu; & qu'elles ne sont qu'une espèce de fonte impure de fer, mélangée d'une plus ou moins grande quantité de matière vitreuse; nos mines de fer en grain, en ocre ou en rouille, quoique provenant originairement des débris de ces roches primitives, mais ayant été formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ne sont point attrayables à l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse subir une forte impression du feu à l'air libre (f). Ainsi, la

---

(e) Comme toutes les mines de Suède sont très attrayables à l'aimant, on se sert de la boussole pour les trouver; cette méthode est fort en usage, & elle est assez sûre, quoique les mines de fer soient souvent enfouies à plusieurs toises de profondeur (*Voyez les Voyages Métallurgiques de M. Jars, tome I*). Mais elle seroit inutile pour la recherche de la plupart de nos mines de fer en grain, dont la formation est due à l'action de l'eau, & qui ne sont point attrayables à l'aimant, avant d'avoir subi l'action du feu.

(f) *Nota.* Les mines de fer en grain ne sont en général point attrayables à l'aimant; il faut pour qu'elles le deviennent, les faire griller à un feu assez vif & à l'air libre; j'en ai fait l'expérience sur la mine de Villers près de Montbard, qui se trouve en sacs, entre des rochers calcaires, & qui est en grains assez gros; ayant fait griller une once de cette mine à feu ouvert, & l'ayant fait broyer & réduire en poudre, l'aimant en a tiré six gros & demi; mais ayant fait mettre une pareille quantité de cette mine dans un creuset couvert & bien bouché, qu'on



propriété d'être attirable à l'aimant appartenant uniquement aux mines de fer qui ont passé par le feu, on ne peut guère se refuser à croire que ces énormes rochers de fer attirables à l'aimant, n'aient en effet subi la violente action du feu dont ils portent encore l'empreinte, & qu'ils n'aient été produits dans le temps de la dernière incandescence & de la première condensation du Globe.

Les masses de l'aimant ne paroissent différer des autres roches de fer, qu'en ce qu'elles ont été exposées aux impressions de l'électricité de l'atmosphère, & qu'elles ont en même temps éprouvé une plus grande ou plus longue action du feu qui les a rendues magnétiques par elles-mêmes & au plus haut degré; car on peut donner le magnétisme à tout fer ou toute matière ferrugineuse, non-seulement en la tenant constamment dans la même situation, mais encore par le choc & par le frottement; c'est-à-dire, par toute cause ou tout mouvement qui produit de la

---

a fait rougir à blanc, & ayant ensuite écrasé cette mine ainsi grillée, au moyen d'un marteau, l'aimant n'en a tiré aucune partie de fer, tandis que dans un autre creuset mis au feu en même temps, & qui n'étoit pas bouché, cette mine réduite ensuite en poudre par le marteau, s'est trouvée aussi attirable par l'aimant que la première. Cette expérience m'a démontré que le feu seul ou le feu fixe, ne suffit pas pour rendre la mine de fer attirable à l'aimant, & qu'il est nécessaire que le feu soit libre & animé par l'air, pour produire cet effet.

chaleur & du feu : on doit donc penser que les pierres d'aimant étant de la même nature que les autres roches ferrugineuses, leur grande puissance magnétique vient de ce qu'elles ont été exposées à l'air, & travaillées plus violemment ou plus long-temps par la flamme du feu primitif; la substance de l'aimant paroît même indiquer que le fer qu'elle contient, a été altéré par le feu & réduit en un état de régule très difficile à fondre, puisqu'on ne peut traiter les pierres d'aimant à nos fourneaux, ni les fondre avantageusement pour en tirer du fer, comme l'on en tire de toutes les autres pierres ferrugineuses ou mines de fer en roche, en les faisant auparavant griller & concasser (g).

Toutes les mines de fer en roche doivent donc être regardées comme des espèces de fontes de fer, produites par le feu primitif; mais on ne doit pas compter au nombre de ces roches primordiales de fer, celles qui sont mêlées de matière calcaire; ce sont des mines secondaires, des concrétions spathiques, en masses plus ou moins distinctes ou confuses, & qui n'ont été formées que postérieurement par l'intermède de l'eau; aussi ne

---

(g) On trouve quelquefois de l'aimant blanc qui ne paroît pas avoir passé par le feu, parce que toutes les matières ferrugineuses se colorent au feu en rouge-brun ou noir; mais cet aimant blanc n'est peut-être que le produit de la décomposition d'un aimant primitif, reformé par l'intermède de l'eau. Voyez ci-après l'article de l'Aimant.

Sont-elles point attirables à l'aimant, elles doivent être placées au nombre des mines de seconde & peut-être de troisième formation ; de même il ne faut pas confondre avec les mines primitives, vitreuses & attirables à l'aimant, celles qui ayant éprouvé l'impression du feu dans les volcans, ont acquis cette propriété qu'elles n'avoient pas auparavant ; enfin il faut excepter encore les sables ferrugineux & magnétiques, tels que celui qui est mêlé dans la platine, & tous ceux qui se trouvent mélangés dans le sein de la terre, soit avec les mines de fer en grains, soit avec d'autres matières ; car ces sables ferrugineux attirables à l'aimant, ne proviennent que de la décomposition du mâche-fer ou résidu ferrugineux des végétaux brûlés par le feu des volcans ou par d'autres incendies.

On doit donc réduire le vrai fer de nature, le fer primordial, aux grandes masses des roches ferrugineuses attirables à l'aimant, & qui ne sont mélangées que de matières vitreuses ; ces roches se trouvent en plus grande quantité dans les régions du Nord que dans les autres parties du globe ; on fait qu'en Suède, en Russie, en Sibérie, ces mines magnétiques sont très-communes, & qu'on les cherche à la boussole ; on prétend aussi qu'en Laponnie, la plus grande partie du terrain n'est composée que de ces masses ferrugineuses ; si ce dernier fait est aussi vrai que les premiers, il augmenteroit la probabilité déjà fondée, que la variation de l'aiguille aimantée provient de la différente dis-

rance & de la situation où l'on se trouve) relativement au gissement de ces grandes masses magnétiques : je dis la variation de l'aiguille aimantée, car je ne prétends pas que la direction vers les pôles, doive être uniquement attribuée à cette même cause ; je suis persuadé que cette direction de l'aimant est un des effets de l'électricité du globe, & que le froid des régions polaires influe plus qu'aucune autre cause sur la direction de l'aimant (*h*).

Quoi qu'il en soit, il me paroît certain que les grandes masses des mines de fer en roche, ont été produites par le feu primitif, comme les autres grandes masses des matières vitreuses. On demandera peut-être pourquoi ce premier fer de nature produire par le feu, ne se présente pas sous la forme de métal ; pourquoi l'on ne trouve dans ces mines aucune masse de fer pur & pareil à celui que nous fabriquons à nos feux ? J'ai prévenu cette question en prouvant que (*i*) le fer ne prend de la ductilité que parce qu'il a été comprimé par le marteau ; c'est autant la main de l'homme que le feu, qui donne au fer la forme de métal, & qui change en fer ductile la fonte aigre, en épurant cette fonte, & en rapprochant de plus près les parties métalliques qu'elle contient ; cette fonte de fer, au sortir du fourneau, reste,

(*h*) Voyez ci-après l'article de l'Aimant.

(*i*) Supplément à l'Histoire Naturelle, tome I, quatrième Mémoire sur la ténacité du fer.

Comme nous l'avons dit, encore mélangée de plus d'un quart de matières étrangères; elle n'est donc, tout au plus, que d'un quart plus pure que les mines en roche les plus riches, qui par conséquent ont été mêlées par moitié, de matières vitreuses dans la fusion opérée par le feu primitif.

On pourra insister en retournant l'objection contre ma réponse, & disant qu'on trouve quelquefois des petits morceaux de fer pur ou natif, dans certains endroits, à d'assez grandes profondeurs, sous des rochers ou des couches de terre, qui ne paroissent pas avoir été remuées par la main des hommes, & que ces échantillons du travail de la Nature, quoique rares, fussent pour prouver que notre art & le secours du marteau, ne sont pas des moyens uniques ni des instrumens absolument nécessaires, ni par conséquent les seules causes de la ductilité & de la pureté de ce métal, puisque la Nature, dénuée de ces adminicules de notre art, ne laisse pas de produire du fer assez semblable à celui de nos forges.

Pour satisfaire à cette instance, il suffira d'exposer que par certains procédés, nous pouvons obtenir du régule de fer sans instrumens ni marteaux, & par le seul effet d'un feu bien administré & soutenu long-temps au degré nécessaire pour épurer la fonte sans la brûler, en laissant ainsi remuer par le feu, successivement & lentement les molécules métalliques qui se réunissent alors par une espèce de départ ou séparation des matières.

hétérogènes dont elles étoient mêlées; ainsi la Nature aura pu, dans certaines circonstances, produire le même effet; mais ces circonstances ne peuvent qu'être extrêmement rares, puisqu'on ne réussit qu'à force de précautions.

Ce point également intéressant pour l'Histoire de la Nature & pour celle de l'art, exige quelques discussions de détail, dans lesquelles nous entrerons volontiers par la raison de leur utilité. La mine de fer jetée dans nos fourneaux élevés de vingt à vingt-cinq pieds, & remplis de charbons ardens, ne se liquéfie que quand elle est descendue à plus de trois quarts de cette hauteur; elle tombe alors sous le vent des soufflets & achève de se fondre au-dessus du creuset qui la reçoit, & dans lequel on la tient pendant quelques heures, tant pour en accumuler la quantité, que pour la laisser se purger des matières hétérogènes qui s'écoulent en forme de verre impur qu'on appelle *laitier*; cette matière, plus légère que la fonte de fer, en surmonte le bain dans le creuset; plus on tient la fonte dans cet état, en continuant le feu, plus elle se dépouille de ses impuretés; mais comme l'on ne peut la brasser autant qu'il le faudroit, ni même la remuer aisément dans le creuset, elle reste nécessairement encore mêlée d'une grande quantité de ces matières hétérogènes, en sorte que les meilleures fontes de fer en contiennent plus d'un quart, & les fontes communes près d'un tiers,

tiers, dont il faut les purger pour les convertir en fer (*k*). Ordinairement on fait, au bout de douze heures, ouverture au creuset; la fonte coule comme un ruisseau de feu dans un long & large sillon où elle se consolide en un lingot ou *gueuse* de quinze cents à deux mille livres de poids; on laisse ce lingot se refroidir au moule, & on l'en tire pour le conduire sur des rouleaux, & le faire entrer, par l'une de ses extrémités, dans le foyer de l'affinerie, où cette extrémité, chauffée par un nouveau feu, se ramollit & se sépare du reste du lingot; l'Ouvrier perce & pétrit avec des *ringards* (*l*), cette loupe à demi liquéfiée, qui, par ce travail, s'épure & laisse couler par le fond du foyer, une partie de la matière hétérogène que le feu du fourneau de fusion n'avoit pu séparer; ensuite l'on porte cette loupe ardente sous le marteau, où la force de la percussion fait sortir de sa masse encore molle, le reste des substances impures qu'elle contenoit; & ces mêmes coups redoublés du marteau, rapprochent & réunissent, en une masse solide & plus alongée, les parties de ce fer que l'on

---

(*k*) Dans cet épurement même de la fonte, pour la convertir en fer par le travail de l'affinerie & par la percussion du marteau, il se perd quelques portions de fer que les matières hétérogènes entraînent avec elles, & on en retrouve une partie dans les scories de l'affinerie.

(*l*) On appelle *ringards*, des barreaux de fer pointus par l'une de leurs extrémités.

vient d'épurer, & qui ne prennent qu'alors la forme & la ductilité du métal.

Ce sont-là les procédés ordinaires dans le travail de nos forges, & quoiqu'ils paroissent assez simples, ils demandent de l'intelligence, & supposent de l'habitude & même des attentions suivies. L'on ne doit pas traiter autrement les mines pauvres qui ne donnent que trente ou même quarante livres de fonte par quintal; mais avec des mines riches en métal, c'est-à-dire, avec celles qui donnent soixante-dix, soixante ou même cinquante-cinq pour cent, on peut obtenir du fer & même de l'acier, sans faire passer ces mines par l'état d'une fonte liquide & sans les couler en lingots; au lieu des hauts fourneaux entretenus en feu sans interruption pendant plusieurs mois, il ne faut pour ces mines riches que de petits fourneaux qu'on charge & vide plus d'une fois par jour; on leur a donné le nom de *fourneaux à la Catalane*, ils n'ont que trois ou quatre pieds de hauteur; ceux de Styrie en ont dix ou douze, & quoique la construction de ces fourneaux à la Catalane & de ceux de Styrie soit différente, leur effet est à-peu-près le même; au lieu de gueuses ou lingots d'une fonte coulée, on obtient dans ces petits fourneaux des *massets* ou loupes formées par coagulation, & qui sont assez épurées pour qu'on puisse les porter sous le marteau au sortir de ces fourneaux de liquation; ainsi, la matière de ces massets est bien plus pure que celle des gueuses qu'il faut travailler & pu-



ri fier au feu de l'affinerie , avant de les mettre sur l'enclume. Ces massets contiennent souvent de l'acier qu'on a soin d'en séparer , & le reste est du bon fer ou du fer mêlé d'acier. Voilà donc de l'acier & du fer, tous deux produits par le seul régime du feu, & sans que l'Ouvrier en ait pétri la matière pour la dépurer ; & de même lorsque dans les hauts fourneaux on laisse quelques parties de fonte se recuire au feu pendant plusieurs semaines, cette fonte, d'abord mêlée d'un tiers ou d'un quart de substances étrangères, s'épure au point de devenir un vrai régule de fer qui commence à prendre de la ductilité ; ainsi, la Nature a pu & peut encore par le feu des volcans, produire des fontes & des régules de fer semblables à ceux que nous obtenons dans ces fourreaux de liquation sans le secours du marteau, & c'est à cette cause qu'on doit rapporter la formation de ces morceaux de fer ou d'acier qu'on a regardés comme natifs , & qui, quoique très rares, ont suffi pour faire croire que c'étoit-là le vrai fer de la Nature, tandis que dans la réalité elle n'a formé, par son travail primitif, que des roches ferrugineuses, toutes plus impures que les fontes de notre art.

Nous donnerons dans la suite les procédés par lesquels on peut obtenir des fontes, des aciers & des fers de toutes qualités ; l'on verra pourquoi les mines de fer riches peuvent être traitées différemment des mines pauvres ; pourquoi la méthode Catalane, celle de Styrie & d'autres, ne peuvent être

avantageusement employées à la fusion de nos mines en grains ; pourquoi dans tous les cas nous nous servons du marteau pour achever de consolider le fer, &c. il nous suffit ici d'avoir démontré par les faits, que le feu primitif n'a point produit de fer pur semblable à notre fer forgé, mais que la quantité toute entière de la matière de fer s'est mêlée, dans le temps de la consolidation du Globe, avec les substances vitreuses, & que c'est de ce mélange que sont composées les roches primordiales de fer & d'aimant ; qu'enfin si l'on tire quelquefois du sein de la terre des morceaux de fer, leur formation, bien postérieure, n'est dûe qu'à la main de l'homme ou à la rencontre fortuite d'une mine de fer dans le goufre d'un volcan.

Reprenant donc l'ordre des premiers temps, nous jugerons aisément que les roches ferrugineuses se sont consolidées presque en même temps que les rochers graniteux se sont formés, c'est-à-dire, après la consolidation & la réduction en débris du quartz & des autres premiers verres ; ces roches sont composées de molécules ferrugineuses intimement unies avec la matière vitreuse ; elles ont d'abord été fondues ensemble ; elles se sont ensuite consolidées par le refroidissement, sous la forme d'une pierre dure & pesante : elles ont conservé cette forme primitive dans tous les lieux où elles n'ont pas été exposées à l'action des élémens humides ; mais les parties extérieures de ces roches ferrugineuses s'étant trouvées dès le temps de la première chute des eaux, exposées aux impressions des élé-

mens humides, elles se sont converties en rouille & en ocre; cette rouille détachée de leurs masses, aura bientôt été transportée, comme les sables vitreux, par le mouvement des eaux, & déposée sur le fond de cette première mer, lequel, dans la suite, est devenu la surface de tous nos continens.

Par cette décomposition des premières roches ferrugineuses, la matière du fer s'est trouvée répandue sur toutes les parties de la surface du Globe, & par conséquent cette matière est entrée avec les autres élémens de la terre dans la composition des végétaux & des animaux. Leurs détrimens s'étant ensuite accumulés, ont formé la terre végétale dans laquelle la mine de fer en grain s'est produite par la réunion de ces mêmes particules ferrugineuses disséminées & contenues dans cette terre, qui, comme nous l'avons dit (*m*), est la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés, & en particulier des mines de fer en grains.

La grande quantité de rouille détachée de la surface des roches primitives de fer, & transportée par les eaux, aura dû former aussi des dépôts particuliers en plusieurs endroits; chacune de nos mines d'ocre est un de ces anciens dépôts; car l'ocre ne diffère de la rouille de fer que par le plus ou moins de terre qui s'y trouve mêlée. Et lorsque la décomposition de ces roches primordiales

---

(*m*) Voyez l'article de la *Terre végétale*, tome II, de cette Histoire Naturelle des Minéraux.

s'est opérée plus lentement, & qu'au lieu de se convertir en rouille grossière, la matière ferrugineuse a été atténuée & comme dissoute par une action plus lente des élémens humides, les parties les plus fines de cette matière ayant été saisies & entraînées par l'eau, ont formé par stillation, des concrétions ou stalactites ferrugineuses dont la plupart sont plus riches en métal que les mines en grains & en rouille.

On peut réduire toutes les mines de fer de seconde formation à ces trois états de mines en grains, de mines en ocre ou en rouille, & des mines en concrétions; elles ont également été produites par l'action & l'intermède de l'eau; toutes tirent leur origine de la décomposition des roches primitives de fer, de la même manière que le grès, les argiles & les schistes proviennent de la décomposition des premières matières vitreuses.

J'ai démontré dans l'article de la terre végétale (n), comment se sont formés les grains de la mine de fer; nous les voyons, pour ainsi dire, se produire sous nos yeux, par la réunion des particules ferrugineuses disséminées dans cette terre végétale; & ces grains de mine contiennent quelquefois une plus grande quantité de fer que les roches de fer les plus riches; mais comme ces grains sont presque toujours très petits & qu'il n'est

---

(n) Histoire Naturelle des Minéraux, tome II, pages 323 & suiv.

jamais possible de les trier un à un ni de les séparer en entier des terres avec lesquelles ils sont mêlés, sur-tout lorsqu'il s'agit de travailler en grand, ces mines en grains ne rendent ordinairement par quintal que de trente-cinq à quarante-cinq livres de fonte & souvent moins, tandis que plusieurs mines en roche donnent depuis cinquante jusqu'à soixante & au-delà ; mais je me suis assuré, par quelques essais en petit, qu'on auroit au moins un aussi grand produit en ne faisant fondre que le grain net de ces mines de seconde formation ; elles peuvent être plus ou moins riches en métal, selon que chaque grain aura reçu dans sa composition, une plus ou moins forte quantité de substance métallique, sans mélange de matières hétérogènes ; car de la même manière que nous voyons se former des stalactites plus ou moins pures dans toutes les matières terrestres, ces grains de mine de fer qui sont de vraies stalactites de la terre végétale imprégnée de fer, peuvent être aussi plus ou moins purs, c'est-à-dire, plus ou moins chargés de parties métalliques ; & par conséquent ces mines peuvent être plus riches en métal que le minéral en roche, qui, ayant été formé par le feu primitif, contient toujours une quantité considérable de matière vitreuse ; je dois même ajouter que les mines en stalactites & en masses concrètes en fournissent un exemple sensible ; elles sont, comme les mines en grains, formées par l'intermède de l'eau, & quoiqu'elles soient

toujours mêlées de matières hétérogènes; elles donnent assez ordinairement une plus grande quantité de fer, que la plupart des mines de première formation.

Ainsi, toute mine de fer, soit qu'elle ait été produite par le feu primitif ou travaillée par l'eau, est toujours mêlée d'une plus ou moins grande quantité de substances hétérogènes; seulement on doit observer que, dans les mines produites par le feu, le fer est toujours mêlé avec une matière vitreuse, tandis que dans celles qui ont été formées par l'intermède de l'eau, le mélange est plus souvent de matière calcaire (o); ces

---

(o) » Les mines de fer de Rougé en Bretagne, sont  
» en masses de rocher, de trois quarts de lieue d'étendue, sur quinze à dix-huit pieds d'épaisseur, disposées  
» en bancs horizontaux; elles sont de seconde formation,  
» & sont en même temps mêlées de matières filicées «.  
Je ne cite cet exemple que pour faire voir que les mines de seconde formation se trouvent quelquefois mêlées de matières vitreuses; mais dans ce cas, ces matières vitreuses sont elles mêmes de seconde formation : ce fait m'a été fourni par M. Grignon, qui a observé ces mines en Bretagne. — Les fameuses mines de fer de *Hattenberg* en Carinthie, sont dans une montagne qui est composée de pierres calcaires grisâtres, disposées par couches, & qui se divisent en feuilletés lorsqu'elles sont long-temps exposées à l'air. Le minéral y est rarement en filons réguliers, & il se trouve presque toujours en grandes masses. *Voyages minéralogiques de M. Jaskewitch. Journal de Physique, Décembre 1782.*

dernières mines qu'on nomme *spathiques* (p), à cause de ce mélange de spath ou de parties calcaires, ne sont point attirables à l'aimant, parce qu'elles n'ont pas été produites par le feu, & qu'elles ont été, comme les mines en grains ou en rouille, toutes formées du détriment des premières roches ferrugineuses qui ont perdu leur magnétisme par cette décomposition; néanmoins lorsque ces mines secondaires, formées par l'intermède de l'eau, se trouvent mêlées de sablons ferrugineux qui ont passé par le feu, elles sont alors attirables à l'aimant, parce que ces sablons qui ne sont pas susceptibles de rouille, ne perdent jamais cette propriété d'être attirables à l'aimant.

La fameuse montagne d'Eisenartz en Stirie, haute de quatre cents quatre-vingts toises, est presque toute composée de minéraux ferrugineux de différentes qualités; on en tire, de temps immémorial, tout le fer & l'acier qui se fabriquent dans cette contrée, & l'on a observé (q), que le minéral propre à faire de l'acier étoit différent de celui qui est propre à faire du bon fer. Le minéral le plus riche en acier que l'on appelle *phlint*, est blanc, fort dur & difficile à fondre; mais il devient rouge ou noir & moins dur en s'effleurissant dans la mine même; celui qui est

---

(p) Il y a néanmoins quelques-unes de ces mines attirables à l'aimant, dans le Dauphiné & dans les Pyrénées.

(q) Voyages métallurgiques, par M. Jars, tome I, pages 29 & 30.

le plus propre à donner du fer doux, est le plus tendre, il est aussi plus fusible & quelquefois environné de rouille ou d'ocre : le noyau & la masse principale de cette montagne, sont sans doute de fer primordial produit par le feu primitif, duquel les autres minéraux ferrugineux ne sont que des exudations, des concrétions, des stalactites plus ou moins mélangées de matière calcaire, de pyrites & d'autres substances dissoutes ou délayées par l'eau & qui sont entrées dans la composition de ces masses secondaires lorsqu'elles se sont formées.

De quelque qualité que soient les mines de fer en roches solides, on est obligé de les concasser & de les réduire en morceaux gros comme des noisettes, avant de les jeter au fourneau; mais pour briser plus aisément les blocs de ce minéral ordinairement très dur, on est dans l'usage de les faire griller au feu; on établit une couche de bois sec, sur laquelle on met ces gros morceaux de minéral que l'on couvre d'une autre couche de bois, puis un second lit de minéral, & ainsi alternativement jusqu'à cinq ou six pieds de hauteur, & après avoir allumé le feu on le laisse consumer tout ce qui est combustible & s'éteindre de lui-même; cette première action du feu rend le minéral plus tendre; on le concasse plus aisément & il se trouve plus disposé à la fusion qu'il doit subir au fourneau; toutes les roches de fer qui ne sont mélangées que de substances vitreuses, exigent qu'on y joigne une certaine quantité de matière calcaire pour en faciliter



la fonte; celles au contraire qui ne contiennent que peu au point de matière vitreuse, & qui sont mélangées de substances calcaires, demandent l'addition de quelque matière vitrescible, telle que la terre limonneuse qui se fondant aisément, aide à la fusion de ces mines de fer & s'empare des parties calcaires dont elles sont mélangées.

Les mines qui ont été produites par le feu primitif sont, comme nous l'avons dit, toutes attirables à l'aimant, à moins que l'eau ne les ait décomposées & réduites en rouille, en ocre, en grains ou en conerétions; car elles perdent dès-lors cette propriété magnétique; cependant les mines primitives ne sont pas les seules qui soient attirables à l'aimant; toutes celles de seconde formation qui auront subi l'action du feu, soit dans les volcans, soit par les incendies des forêts, sont également & souvent aussi susceptibles de cette attraction; en sorte que si l'on s'en tenoit à cette seule propriété, elle ne suffiroit pas pour distinguer les mines ferrugineuses de première formation de toutes les autres qui, quoique de formation bien postérieure, sont également attirables à l'aimant; mais il y a d'autres indices assez certains par lesquels on peut les reconnoître. Les matières ferrugineuses primitives sont toutes en très-grandes masses & toujours intimement mêlées de matière vitreuse; celles qui ont été produites postérieurement par les volcans ou par d'autres incendies ne se trouvent qu'en petits morceaux, & le plus souvent en paillettes & en sablons, & ces sablons ferrugi-

neux & très attirables à l'aimant sont ordinairement bien plus réfractaires au feu que la roche de fer la plus dure : ces sablons ont apparemment effuyé une si forte action du feu, qu'ils ont, pour ainsi dire, changé de nature & perdu toutes leurs propriétés métalliques, car il ne leur est resté que la seule qualité d'être attirables à l'aimant, qualité communiquée par le feu, & qui, comme l'on voit, n'est pas essentielle à toute matière ferrugineuse, puisque les mines qui ont été formées par l'intermède de l'eau en sont dépourvues ou dépouillées, & qu'elles ne reprennent ou n'acquièrent cette propriété magnétique qu'après avoir passé par le feu.

Toute la quantité, quoiqu'immense, du fer disséminé sur le Globe, provient donc originairement des débris & détrimens des grandes masses primitives, dans lesquelles la substance ferrugineuse est mêlée avec la matière vitreuse & s'est consolidée avec elle; mais ce fer disséminé sur la terre se trouve dans des états très différens, suivant les impressions plus ou moins fortes qu'il a subies par l'action des autres élémens & par le mélange de différentes matières. La décomposition la plus simple du fer primordial est sa conversion en rouille; les faces des roches ferrugineuses exposées à l'action de l'acide aérien, se sont couvertes de rouille, & cette rouille de fer en perdant sa propriété magnétique, a néanmoins conservé ses autres qualités, & peut même se convertir en métal plus aisément que la roche dont elle tire son origine. Ce fer réduit en rouille & transporté dans

cet état par les eaux sur toute la surface du Globe, s'est plus ou moins mêlé avec la terre végétale; il s'y est uni & atténué au point d'entrer avec la sève dans la composition de la substance des végétaux, &, par une suite nécessaire, dans celle des animaux; les uns & les autres rendent ensuite ce fer à la terre par la destruction de leur corps. Lorsque cette destruction s'opère par la pourriture, les particules de fer provenant des êtres organisés, n'en sont pas plus magnétiques & ne forment toujours qu'une espèce de rouille plus fine & plus tenue que la rouille grossière dont elles ont tiré leur origine; mais si la destruction des corps se fait par le moyen du feu, alors toutes les molécules ferrugineuses qu'ils contenoient, reprennent, par l'action de cet élément, la propriété d'être attirables à l'aimant, que l'impression des élémens humides leur avoir ôtée; & comme il y a eu dans plusieurs lieux de la terre de grands incendies de forêts, & presque par-tout des feux particuliers, & des feux encore plus grands dans les terrains volcanisés, on ne doit pas être surpris de trouver à la surface & dans l'intérieur des premières couches de la terre des particules de fer attirables à l'aimant, d'autant que les détrimens de tout le fer fabriqué par la main de l'homme, toutes les poussières de fer produites par le frottement & par l'usure, conservent cette propriété tant qu'elles ne sont pas réduites en rouille. C'est par cette raison que dans une mine dont les particules en rouille, ou les grains, ne sont point attirables à l'aimant, il se

trouve souvent des paillettes ou sablons magnétiques , qui , pour la plupart , sont noirs & quelquefois brillans comme du mica ; ces sablons , quoique ferrugineux , ne sont ni susceptibles de rouille , ni dissolubles par les acides , ni fusibles au feu , ce sont des particules d'un fer qui a été brûlé autant qu'il peut l'être , & qui a perdu , par une trop longue ou trop violente action du feu , toutes ses qualités , à l'exception de la propriété , d'être attiré par l'aimant , qu'il a conservée ou plutôt acquise par l'impression de cet élément.

Il se trouve donc dans le sein de la terre beaucoup de fer en rouille & une certaine quantité de fer en paillettes attirables à l'aimant. On doit rechercher le premier pour le fondre , & rejeter le second qui est presque infusible. Il y a dans quelques endroits d'assez grands amas de ces sablons ferrugineux que des artistes peu expérimentés ont pris pour de bonnes mines de fer , & qu'ils ont fait porter à leur fourneau , sans se douter que cette matiere ne pouvoit s'y fondre. Ce sont ces mêmes sablons ferrugineux , qui se trouvent toujours mêlés avec la platine , & qui sont même partie de la substance de ce minéral.

Voilà donc déjà deux états sous lesquels se présente le fer disséminé sur la terre ; celui d'une rouille qui n'est point attirable à l'aimant & qui se fond aisément à nos fourneaux , & celui des paillettes ou sablons magnétiques qu'on ne peut réduire que très difficilement en fonte ; mais indépendamment

de ces deux états, les mines de fer de seconde formation se trouvent encore sous plusieurs autres formes, dont la plus remarquable, quoique la plus commune, est en grains plus ou moins gros; ces grains ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'ils ne renferment quelques atomes de ces sablons dont nous venons de parler, ce qui arrive assez souvent lorsque les grains sont gros; les *ætités* ou *géodes ferrugineuses* doivent être mises au nombre de ces mines de fer en grains, & leur substance est quelquefois mêlée de ces paillettes attirables à l'aimant; la Nature emploie les mêmes procédés pour la formation de ces *géodes* ou gros grains, que pour celles des plus petits; ces derniers sont ordinairement les plus purs, mais tous, gros & petits, ont au centre une cavité vide ou remplie d'une matière qui n'est que peu ou point métallique, & plus les grains sont gros, plus est grande proportionnellement la quantité de cette matière impure qui se trouve dans le centre. Tous sont composés de plusieurs couches superposées & presque concentriques; & ces couches sont d'autant plus riches en métal qu'elles sont plus éloignées du centre. Lorsqu'on veut mettre au fourneau de grosses *géodes*, il faut en séparer cette matière impure qui est au centre, en les faisant concasser & laver. Mais on doit employer de préférence les mines en petits grains, qui sont aussi plus communes & plus riches que les mines en *géodes* ou en très gros grains.

Comme toutes nos mines de fer en grains

ont été amenées & déposées par les eaux de la mer, & que dans ce mouvement de transport, chaque flot n'a pu se charger que de matieres d'un poids & d'un volume à-peu-près égal, il en résulte un effet qui, quoique naturel, a paru singulier; c'est que dans chacun de ces dépôts, les grains sont tous à très-peu-près égaux en grosseur, & sont en même temps de la même pesanteur spécifique. Chaque miniere de fer a donc son grain particulier; dans les unes les grains sont aussi petits que la graine de moutarde; dans d'autres, ils sont comme de la graine de navette, & dans d'autres ils sont comme des pois. Et les sables ou graviers, soit calcaires, soit vitreux, qui ont été transportés par les eaux avec ces grains de fer, sont aussi du même volume & du même poids que les grains, à très-peu-près, dans chaque miniere. Souvent ces mines en grains sont mêlées de sables calcaires, qui, loin de nuire à la fusion, servent de *castine* ou fondant; mais quelquefois aussi elles sont enduites d'une terre argileuse & grasse, si fort adhérente aux grains, qu'on a grande peine à la séparer par le lavage; & si cette terre est de l'argile pure, elle s'oppose à la fusion de la mine, qui ne peut s'opérer qu'en ajoutant une assez grande quantité de matiere calcaire; ces mines mélangées de terre *attachantes*, qui demandent beaucoup plus de travail au lavoir & beaucoup plus de feu au fourneau, sont celles qui donnent le moins de produit relativement à la dépense. Cependant, en général, les mines en grains coûtent

coûtent moins à exploiter & à fondre que la plupart des mines en roches, parce que celles-ci exigent de grands travaux pour être tirées de leur carrière, & qu'elles ont besoin d'être grillées pendant plusieurs jours avant d'être concassées & jetées au fourneau de fusion.

Nous devons ajouter à cet état du fer en grains, celui du fer en stalactites ou concrétions continues, qui se sont formées, soit par l'agrégation des grains; soit par la dissolution & le flux de la matière dont ils sont composés, soit par des dépôts de toute autre matière ferrugineuse, entraînée par la stillation des eaux; ces concrétions ou stalactites ferrugineuses sont quelquefois très riches en métal, & souvent aussi elles sont mêlées de substances étrangères & sur-tout de matières calcaires, qui facilitent leur fusion, & rendent ces mines précieuses par le peu de dépenses qu'elles exigent, & le bon produit qu'elles donnent.

On trouve aussi des mines de fer mêlées de bitume & de charbon de terre; mais il est rare qu'on puisse en faire usage, parce qu'elles sont presque aussi combustibles que ce charbon (r), & que souvent la matière ferrugineuse y est réduite en pyrites, & s'y trouve en trop petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit.

---

(r) M. Cronstedt, dans les Mémoires de l'Académie de Suède, année 1751, tome XII, page 230, a donné la description détaillée d'une de ces mines de fer combustible.

Enfin , le fer disséminé sur la terre se trouve encore dans un état très-différent des trois états précédens ; cet état est celui de pyrite , minéral ferrugineux , dont le fond n'est que du fer décomposé & intimement lié avec la substance du feu fixe qui a été saisie par l'acide ; la quantité de ces pyrites ferrugineuses est peut-être aussi grande que celles des mines de fer en grains & en rouille ; ainsi lorsque les détrimens du fer primordial, n'ont été attaqués que par l'humidité de l'air ou l'impression de l'eau , ils se sont convertis en rouillé , en ocre , ou formés en stalactites & en grains ; & quand ces mêmes détrimens ont subi une violente action du feu , soit dans les volcans , soit par d'autres incendies , ils ont été brûlés autant qu'ils pouvoient l'être , & se sont transformés en mâchefer , en sablons & paillettes attirables à l'aimant ; mais lorsque ces mêmes détrimens , au lieu d'être travaillés par les élémens humides ou par le feu , ont été saisis par l'acide chargé de la substance du feu fixe , ils ont , pour ainsi dire , perdu leur nature de fer , & ils ont pris la forme de pyrites que l'on ne doit pas compter au nombre des vraies mines de fer , quoiqu'elles contiennent une grande quantité de matière ferrugineuse , parce que le fer y étant dans un état de destruction & intimement uni ou combiné avec l'acide & le feu fixe , c'est à-dire , avec le soufre , qui est le destructeur du fer , on ne peut ni séparer ce métal ni le rétablir par les procédés ordinaires ; il se sublime & brûle au lieu de fondre , & même une assez petite quan-



rité de pyrites, jetées dans un fourneau avec la mine de fer, suffit pour en gâter la fonte; on doit donc éviter avec soin l'emploi des mines mêlées de parties pyriteuses, qui ne peuvent donner que de fort mauvaise fonte & du fer très-caissant.

Mais ces mêmes pyrites, dont on ne peut guère tirer les parties ferrugineuses par le moyen du feu, reproduisent du fer en se décomposant par l'humidité; exposées à l'air, elles commencent par s'effleurir à la surface, & bientôt elles se réduisent en poudre; leurs parties ferrugineuses reprennent alors la forme de rouille, & dès-lors on doit compter ces pyrites décomposées au nombre des autres mines de fer ou des rouilles disséminées, dont se forment les mines en grains (s) &

(s) Quelques Minéralogistes ont même prétendu que toutes les mines de fer en grains & en concrétions, doivent leur origine à la décomposition des pyrites. » Toutes  
 » les mines de Champagne, dit M. de Grignon, sont  
 » produites par la décomposition des pyrites martiales...  
 » Celles de Poisson, de Noncourt & du Montreuil, sont  
 » les plus abondantes, les plus riches & les meilleures de  
 » la Province; on les appelle, quoiqu'improprement,  
 » mines en roche, parce qu'on les tire en assez grand  
 » volume, & qu'elles se trouvent dans les fentes des ro-  
 » chers calcaires. . . . Elles sont formées par le dépôt  
 » de la destruction des pyrites, & elles ont dans leur  
 » structure, une infinité de formes différentes; par feuil-  
 » lets, par cales quarrées ou oblongues, & ces mines  
 » en masses sont encore mêlées avec d'autres mines en

en concrétions. Ces concrétions se trouvent quelquefois mélangées avec de la terre limoneuse, & même avec de petits cailloux ou du sable vitreux; & lorsqu'elles sont mêlées de matières calcaires, elles prennent des formes semblables à celle du spath, & on

---

» petits grains, semblables à toutes les autres mines en  
 » grains de ce canton, sur plus de vingt lieues d'étendue  
 » depuis Saint Dizier, en remontant vers les sources de  
 » la Marne, de la Blaise & de l'Aube. » *Mémoires de  
 Physique, &c. pages 22 & 25.* — Je dois observer que  
 cette opinion seroit trop exclusive; la destruction des  
 pyrites martiales n'est pas la seule cause de la production  
 des mines en concrétions ou en grains, puisque tous les  
 détrimens des matières ferrugineuses doivent les produire  
 également, & que d'ailleurs la décomposition & la dissé-  
 mination universelle de la matière ferrugineuse par l'eau,  
 a précédé nécessairement la formation des pyrites, qui  
 ne sont en effet produites que dans les lieux où la matière  
 ferrugineuse, l'acide & le feu fixe des détrimens végé-  
 taux & des animaux se sont trouvés réunis. Aussi, M. de  
 Grignon modifie-t-il son opinion dans sa préface, page 7.  
 » Je prouve, dit-il, par des observations locales, que  
 » toutes les mines de fer de Champagne sont le produit  
 » de la décomposition des pyrites, qui sont abondantes  
 » dans cette Province, ou du ralliement des particules de  
 » fer, disséminées dans les corps détruits qui en contiennent,  
 » ou du fer même décomposé : que ces mines ont été le  
 » jouet des eaux dont elles ont suivi l'impulsion, & qui  
 » les ont accumulées ou étendues entre des couches de  
 » terre de diverses qualités, ou les ont enfachées entre  
 » des fentes de rochers.»

les a dénommées *mines spathiques* ; ces mines sont ordinairement très fusibles & souvent fort riches en métal ( *t* ). Quelques-unes, comme celle de Conflans en Lorraine, sont en assez grandes masses & en gros blocs, d'un grain ferré & d'une couleur tannée ; ce minéral est rempli de cristallisations de spath, de bélemnites, de cornes d'Ammon, &c. il est très riche & donne du fer de bonne qualité ( *u* ).

Il en est de même des mines de fer cristallisées, auxquelles on a donné le nom d'*hématites* ( *x* ) ; parce qu'il s'en trouve souvent qui sont d'un rouge couleur de sang ; ces hématites cristallisées doivent être considérées comme des stalactites des mines de fer

( *t* ) La mine spathique, connue en Dauphiné sous le nom de *maillat*, donne plus de cinquante pour cent ; & celle de Champagne que M. de Grignon appelle *mine tuberculeuse*, *isabelle*, *spathique*, donne soixante-cinq pour cent. Voyez *Mémoires de Physique*, page 29.

( *u* ) *Idem*, *ibid.* page 378.

( *x* ) L'hématite peut être regardée comme une chaux de fer, mais toujours cristallisée ; cette cristallisation est en aiguilles ou en rayons, souvent divergens, & qui paroissent tendres du centre à la circonférence. On distingue trois sortes de mines de fer en hématites, l'une cristallisée & striée comme le cinabre, une autre grenue & compacte, une troisième en masse homogène & lisse ; c'est de cette dernière qu'on appelle *sanguine*, dont se servent les Dessinateurs ; celle qu'on nomme *brouillamini*, n'est qu'un bol ferrugineux, durci par le dessèchement à l'air. Note communiquée par M. de Grignon.

sous lesquelles elles sont quelquefois étendues en lits horizontaux d'une assez grande épaisseur, sous des couches beaucoup plus épaisses de mines en rouille ou en ocre (y); & l'on voit évidemment que ces hématites sont produites par la stillation d'une eau chargée de molécules ferrugineuses qu'elle a détachées en passant à travers cette grande épaisseur d'ocre ou de rouille. Au reste, toutes les hématites ne sont pas rouges; il y en a de brunes & même de couleur plus

---

(y) *Nota.* Je crois qu'on doit rapporter à ces couches d'hématites en grandes masses, la mine de fer qui se tire à *Rouez* dans le Maine, & de laquelle M. de *Burbure* m'a envoyé la description suivante: » Cette mine, située à cinq quarts de lieue de Sillé-le-Guillaume, est très-riche; elle est dans une terre ocreuse qui a plus de trente-pieds d'épaisseur; il part de la partie inférieure de cette mine, plusieurs filons qui, en s'enfonçant, vont aboutir à de gros blocs isolés de mines de fer; ces blocs se rencontrent à vingt ou vingt-six pieds de profondeur, & sont composés de particules ferrugineuses, qui paroissent être sans mélange; ils ont aussi des ramifications qui, en se prolongeant, vont se joindre à d'autres masses de mines de fer, moins pures que ces premiers blocs, parce qu'elles renferment dans l'intérieur de petites pierres qui y sont incorporées & intimement unies; néanmoins les Forgerons leur trouvent une sorte de mérite qui les font préférer aux autres masses ferrugineuses plus homogènes, car si elles renferment moins de fer, elles ont l'avantage de se fondre plus aisément à cause des pierres qu'elles renferment, & qui en facilitent la fusion. *Note commune.*

foncée (2) ; mais, lorsqu'on les réduit en poudre, elles prennent toutes une couleur d'un rouge plus ou moins vif ; & l'on peut les considérer en général comme l'un des derniers produits de la décomposition du fer par l'intermède de l'eau.

Les hématites, les mines spathiques & autres concrétions ferrugineuses de quelques

*niquée par M. de Burbure, Lieutenant de la Maréchaussée à Sillé-le-Guillaume. — C'est à cette même sorte de mine que l'on peut rapporter celles auxquelles on donne le nom de mines tapées, qui sont des mines de concrétions en masses & conchies, & qui gissent souvent sous les mines en ocre ou en rouille, & qui, quoiqu'en grands morceaux, sont ordinairement plus riches en métal ; la plupart sont spathiques ou mélangées de matières calcaires. Note communiquée par M. de Grignon.*

(2) Entre les pierres ferrugineuses noires de ce canton, je ne vis, dit M. Bowles, aucune hématite rouge ; & ce qu'il y a de singulier, c'est qu'à une demie-lieue de-là on en trouve beaucoup de rouges & point de noires. . . On voit dans les mines de fer de la Biscaye, des hématites qui sont enfilées dans les creux des veines, & qui sont singulières par leurs différentes formes & grosseurs : on en trouve qui sont grosses comme la tête d'un homme. . . D'autres sont plates comme des rognons de bœufs. . . Il y en a qui sont jaunes & rouges en dedans. . . Ces hématites sont très pesantes & contiennent beaucoup de fer, mais souvent c'est un fer aigre & intraitable. *Histoire Naturelle d'Espagne, par M. Bowles, pages 69. & 334.*

substances qu'elles soient mêlées , ne doivent pas être confondues avec les mines du fer primordial ; elles ne sont que de seconde ou de troisième formation : les premières roches de fer ont été produites par le feu primitif , & sont toutes intimement mêlées de matières vitreuses ; les détrimens de ces premières roches ont formé les rouilles & les ocras que le mouvement des eaux a transportées sur toutes les parties du Globe , les particules plus tenues de ces rouilles ferrugineuses , ont été pompées par les végétaux , & sont entrées dans leur composition & dans celle des animaux , qui les ont ensuite rendues à la terre , par la pourriture & la destruction de leur corps. Ces mêmes molécules ferrugineuses ayant passé par le corps des êtres organisés , ont conservé une partie des élémens du feu dont elles étoient animées , pendant qu'ils étoient vivans , & c'est de la réunion de ces molécules de fer animées de feu , dont se sont formées les pyrites qui ne contiennent en effet que du fer , du feu fixe & de l'acide , & qui d'ailleurs , se présentant toujours sous une forme régulière , n'ont pu la recevoir que par l'impression des molécules organiques , encore actives dans les derniers résidus des corps organisés. Et comme les végétaux produits & détruits dans les premiers âges de la Nature , étoient en nombre immense , la quantité des pyrites , produites par leurs résidus , est de même si considérable qu'elle surpasse en quelques endroits celle des mines de fer en rouille &

en grains, & les pyrites se trouvent souvent enfouies à de plus grandes profondeurs que les unes & les autres.

C'est de la décomposition successive de ces pyrites & de tous les autres détrimens du fer primordial ou secondaire, que se sont ensuite formées les concrétions spathiques & les mines en masses ou en grains, qui toutes sont de seconde & de troisième formation : car indépendamment des mines en rouille ou en grains, qui ont autrefois été transportées, lavées & déposées par les eaux de la mer; indépendamment de celles qui ont été produites par la destruction des pyrites & par celle de tout le fer dont nous faisons usage, on ne peut douter qu'il ne se forme encore tous les jours de la mine de fer en grains dans la terre végétale, & des pyrites dans toutes les terres imprégnées d'acide, & que par conséquent les mines secondaires de fer ne puissent se reproduire plusieurs fois de la même manière qu'elles ont d'abord été produites, c'est à-dire, avec les mêmes molécules ferrugineuses, provenant originairement des détrimens de roches primordiales de fer, qui se sont mêlées dans toutes les matières brutes & dans tous les corps organisés, & qui ont successivement pris toutes les formes sous lesquelles nous venons de les présenter.

Ainsi, ces différentes formations du feu n'empêchent pas que ce métal ne soit un dans la Nature, comme tous les autres métaux; ses mines, à la vérité, sont plus sujettes à varier que toutes les autres mines

métalliques ; & comme elles sont en même temps les plus difficiles à traiter, que les expériences , sur-tout en grand, sont longues & très coûteuses , & que les procédés, ainsi que les résultats des routines ou méthodes ordinaires, sont très différens les uns des autres, bien des gens se sont persuadés que la Nature qui produit par-tout le même or, le même argent, le même cuivre, le même plomb, le même étain , s'étoit prêtée à une exception pour le fer, & qu'e le en avoit formé de qualités très différentes, non-seulement dans les divers pays, mais dans les mêmes lieux ; cependant cette idée n'est point du tout fondée ; l'expérience m'a démontré que l'essence du fer est toujours & par-tout la même (a), en sorte que l'on peut avec les plus mauvaises mines, venir à bout de faire des fers d'aussi bonne qualité qu'avec les meilleures : il ne faut pour cela que purifier ces mines en les purgeant de la trop grande quantité de matières étrangères qui s'y trouvent, le fer qu'on en tirera sera dès-lors aussi bon qu'aucun autre.

Mais, pour arriver à ce point de perfection, il faut un traitement différent suivant la nature de la mine ; il faut l'essayer en petit & la bien connoître avant d'en faire usage en grand, & nous ne pouvons donner sur cela que des conseils généraux, qui trou-

---

(a) Voyez ce que j'ai dit à ce sujet dans mes Supplémens, *Partie expérimentale, quatrième Mémoire & suiv.*



veront néanmoins leur application particulière dans un très grand nombre de cas. Toute roche primordiale de fer, ou mine en roche mêlée de matière vitreuse, doit être grillée pendant plusieurs jours, & ensuite concassée en très petits morceaux avant d'être mise au fourneau; sans cette première préparation qui rend le minéral moins dur, on ne viendrait que très difficilement à bout de le briser, & il refuseroit même d'entrer en fusion au feu du fourneau, ou n'y entreroit qu'avec beaucoup plus de temps; il faut toujours y mêler une bonne quantité de castine ou matière calcaire. Le traitement de ces mines exige donc une plus grande dépense que celui des mines en grains, par la consommation plus grande des combustibles employés à leur réduction; & à moins qu'elles ne soient, comme celles de Suède, très riches en métal, ou que les combustibles ne soient à très bas prix, le produit ne suffit pas pour payer les frais du travail.

Il n'en est pas de même des mines en concrétions & en masses spathiques ou mêlées de matières calcaires, il est rarement nécessaire de les griller (*b*); on les casse

---

(*b*) Il y a cependant dans les Pyrénées & dans le Dauphiné, des mines spathiques où la matière calcaire est si intimement unie, & en si grande quantité, avec la substance ferrugineuse, qu'il est nécessaire de les griller, afin de réduire en chaux cette matière calcaire que l'on en sépare ensuite par le lavage; mais ces sortes de mines ne font qu'une légère exception à ce qui vient d'être dit.

aisément au sortir de leur minière , & elles se fondent avec une grande facilité & sans addition , sinon d'un peu de terre limonneuse ou d'autre matière vitrifiable lorsqu'elles se trouvent trop chargées de substance calcaire ; ces mines sont donc celles qui donnent le plus de produit relativement à la dépense.

Pour qu'on puisse se former quelque idée du gissement & de la qualité des mines primordiales ou roches de fer , nous croyons devoir rapporter ici les observations que M. Jars , de l'Académie des Sciences , a faites dans ses Voyages. » En Suède , dit-il , la » mine de *Nord-marck* , à trois lieues au nord » de *Philipstad* , est en filons perpendiculaires , » dans une montagne peu élevée au milieu » d'un très large vallon ; les filons suivent » la direction de la montagne qui est du nord » au sud , & ils sont presque tous à très- » peu-près parallèles ; ils ont en quelques » endroits sept ou huit toises de largeur. Les » montagnes de ce district , & même de toute » cette province , sont de granit ; mais les » filons de mine de fer se trouvent aux environs , dans une espèce de pierre bleuâtre » & brunâtre : cette pierre est unie aux » filons de fer , comme le quartz l'est au plomb , au cuivre , &c. Lorsque le granit » s'approche du filon , il le dérange & l'oblitére ; ainsi , les filons de fer ne se trouvent point dans le granit : le meilleur indice est » le mica blanc & noir à grandes facettes ; » on est presque toujours sûr de trouver , » au-dessous , du minéral riche. Il y a aussi » de la pierre calcaire aux environs des gr-

» nits ; mais le fer ne s'y trouve qu'en  
» rognons & non pas en filons, ce qui  
» prouve qu'il est de seconde formation dans  
» ces pierres calcaires. Le minéral est arti-  
» rable à l'aimant ; il est très dur, très com-  
» pact & fort pesant, il donne plus de cin-  
» quante pour cent de bonne fonte ; ces  
» mines sont en masse, & on les travaille  
» comme nous exploitons nos carrières les  
» plus dures avec de la poudre.

» Les mines de *Presberg*, à deux lieues à  
» l'orient de *Philipstad*, sont de même en  
» filons & dans des rochers assez semblables  
» à ceux de *Nordmarck* ; ces filons sont quel-  
» quefois accompagnés de grenats, de schorl  
» & d'une pierre micacée assez semblable  
» à la craie de *Briançon* ; ils sont situés dans  
» une presqu'île environnée d'un très grand  
» lac ; ils sont parallèles & vont, comme la  
» presqu'île, du nord au sud.

» On dédaigne d'exploiter les filons qui  
» n'ont pas au moins une toise d'épaisseur :  
» le minéral rend en général, cinquante  
» pour cent de fonte. Les filons sont presque  
» perpendiculaires, & les différentes mines  
» ont depuis douze jusqu'à quarante toises  
» de profondeur.

» On fait griller le minéral avant de le  
» jeter dans les hauts fourneaux qui ont  
» environ vingt-cinq pieds de hauteur ; on  
» le fond à l'aide d'une castine calcaire.

» Les mines de *Danemora*, dans la province  
» d'*Upland*, à une lieue d'*Upsal*, sont les  
» meilleures de toute la Suède : le minéral  
» est communément uni avec une matière

» fusible (c), en sorte qu'il se fond seul &  
 » sans addition de matière calcaire. Ces  
 » mines de Danemora sont au bord d'un  
 » grand lac, les filons en sont presque per-  
 » pendiculaires & parallèles dans une direc-  
 » tion commune du nord-est au sud ouest ;  
 » quoique tous les rochers soient de granit,  
 » les filons de fer sont toujours, comme  
 » ceux des mines précédentes, dans une  
 » pierre bleuâtre (d) : il y a actuellement  
 » dix mines en exploitation sur trois filons

---

(c) *Nota.* J'observerai que si cette mine est de première formation, la matière dont le minéral est mélangé & qui lui est intimement unie, ne doit pas être calcaire, mais que ce pourroit être du feld-spath ou du schorl, qui non-seulement sont très fusibles par eux-mêmes, mais qui communiquent de la fusibilité aux substances dans lesquelles ils se trouvent incorporés.

(d) M. Jars ne dit pas si cette pierre bleue est vitreuse ou calcaire; sa couleur bleue provient certainement du fer qui fait partie de sa substance, & je présume que sa fusibilité peut provenir du feld-spath & du schorl qui s'y trouvent mêlés, & qu'elle ne contient point de substance calcaire, à laquelle on pourroit attribuer sa fusibilité; ma présomption est fondée sur ce que cette mine descend jusqu'à quatre-vingt toises dans un terrain qui n'est environné que de granit, & où M. Jars ne dit pas avoir observé des bancs de pierre calcaire; il me paroît donc que cette mine de Danemora est de première formation, comme celles de Presberg & de Nordmark, & que quoiqu'elle soit plus fusible, elle ne contient que de la matière vitreuse, comme toutes les autres mines de fer primitives.

» bien distincts ; la plus profonde de ces  
» mines est exploitée jusqu'à quatre-vingts  
» toises de profondeur ; elle est , comme  
» toutes les autres , fort incommodée par  
» les eaux : on les exploite comme des car-  
» rières de pierres dures , en faisant au jour  
» de très grandes ouvertures. Le minéral est  
» très-attirable à l'aimant ; on lui donne sur  
» tous les autres , la préférence pour être  
» converti en acier ; on y trouve quelque-  
» fois de l'asbeste : on exploite ces mines  
» tant avec la poudre à canon qu'avec de  
» grands feux de bois allumés , & l'on jette  
» ce bois depuis le dessus de la grande ou-  
» verture. Après l'extraction de ces pierres  
» de fer en quartiers , plus ou moins gros ,  
» on en impose de deux pieds de hauteur  
» sur une couche de bois de sapin de deux  
» pieds d'épaisseur , & l'on couvre le miné-  
» ral d'un pied & demi de poudre de char-  
» bon , & ensuite on met le feu au bois : le  
» minéral attendri par ce grillage (e) , est

---

(e) » Le but du rôtiſſage des mines est moins pour  
dissiper les parties volatiles, quoiqu'il remplisse cet objet  
lorsque le minéral en contient , que de rompre le gluten ,  
& de désunir les parties terreuses d'avec les métalliques.  
De dur & compact il devient , après le rôtiſſage , tendre-  
friable & attirable par l'aimant , supposé qu'il ne le fût  
pas auparavant : l'air avec le temps peut produire le même  
effet que le rôtiſſage , mais il ne rend pas le minéral atti-  
rable par l'aimant. . . . Si le rôtiſſage est trop fort , le  
minéral produit moins de métal. . . . En Norwège & en  
Suède , où les minerais sont attirables par l'aimant , &

» broyé sous un marteau ou bocard , après  
 » quoi on le jette au fourneau seul & sans  
 » addition de castine. »

Dans plusieurs endroits , les mines de fer en roche sont assez magnétiques pour qu'on puisse les trouver à la boussole ; cet indice est l'un des plus certains pour distinguer les mines de première formation par le feu , de celles qui n'ont ensuite été formées que par l'intermède de l'eau ; mais de quelque manière & par quelque agent que ces mines aient été travaillées , l'élément du fer est toujours le même (*f*) , & l'on peut , en y

par conséquent plus métallisés naturellement que ceux que nous avons en France , on les rôtit toujours préalablement à la fonte qui se fait dans les hauts fourneaux. . . .

» Si l'on prend les mêmes espèces de minéral de fer ; que l'on en fasse rôtir la moitié , & qu'on les fonde séparément. . . . on obtiendra des fontes dont la différence sera sensible ; la fonte qui proviendra du minéral rôti , sera plus pure que l'autre , le feu du grillage ayant commencé à désunir les parties terreuses d'avec les métalliques , & à dissiper l'acide sulfureux s'il y en avoit , ainsi que les parties volatiles ». *Voyages Métallurgiques , par M. Jars , tome I , pages 8 & 12.*

(*f*) Le fer est un : ce qui en fait douter , c'est la variété presque infinie qui se trouve dans les fers , telle qu'avec la même mine & dans la même forge , on a souvent de bon & de mauvais fer ; mais ce n'est pas que l'élément du fer ne soit le même , & ces différences viennent d'abord des matières hétérogènes qu'on est obligé de fondre avec la mine , & ensuite du différent travail des Ouvriers.

mettant tous les soins nécessaires , faire du bon fer avec les plus mauvaises mines ; tout dépend du traitement de la mine & du régime du feu , tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie.

Comme l'on fait maintenant fabriquer le fer dans presque toutes les parties du monde , nous pouvons donner ici l'énumération des mines de fer qui se travaillent actuellement chez tous les Peuples policés. On connoît en

---

à l'affinerie. On fait en Suède le meilleur fer du monde avec les plus mauvaises mines , c'est-à-dire , avec les mines les plus aigres & les plus réfractaires ; mais au moyen du grillage , avant de les jeter au fourneau , & ensuite en tenant plus long-temps la fonte en fusion , & enfin par l'emploi du charbon doux à l'affinerie , on donne au fer un grand degré de perfection : nous pouvons rendre bons tous nos mauvais fers en les forgeant une seconde fois & repliant la barre sur elle-même ; le marteau en fera sortir une matière vitrifiée , il y aura du déchet pour le volume & le poids , mais la qualité du fer en sera bien meilleure. Nous pouvons de même purifier nos fontes d'abord en les laissant plus long-temps au fourneau , & mieux encore en les faisant fondre une seconde fois.

Pour avoir du bon fer avec toute espèce de mine , en masse de pierre ou roche , il faut nécessairement les faire griller d'abord en les réduisant en très petits morceaux , avant de les jeter au fourneau : cette préparation , par le grillage , n'est pas nécessaire pour les mines en grains , qu'il suffira de bien laver pour en séparer , autant qu'il est possible , les terres & les sables. *Mémoires de Physique de M. de Grignon , page 30.*

France celles d'Allevard en Dauphiné , qui sont en masses concrètes , & qui donnent de très bon fer & d'assez bon acier par la fonte , que l'on appelle *acier de rive* : » J'ai vu , dit » M. de Grignon , environ vingt filons de » mines spathiques dans les montagnes d'Al- » levard ; il y en a qui ont six pieds & plus » de largeur sur une hauteur incommensu- » rable ; ils marchent régulièrement & sont » presque tous perpendiculaires : on donne » le nom de *maillat* à ceux des filons dont le » minéral fond aisément & donne du fer » doux , & l'on appelle *rive* , les filons dont » le minéral est bien moins fusible & produit » du fer dur ; c'est avec le mélange d'un tiers » de *maillat* sur deux tiers de *rive* , qu'on » fait fondre la mine de fer dont on fait » ensuite de bon acier connu sous le nom » d'*acier de rive* (g). »

Les mines du Berri (h) , de la Champagne ,

(g) Note communiquée par M. le Chevalier de Grignon , le 21 Septembre 1778.

(h) Dans le Berri , le fer est si commun que je ne crois pas qu'on puisse assigner aucun endroit dont on n'en puisse tirer : aussi travaille-t-on beaucoup ce métal , & fait-il l'objet d'un commerce important. On ne le cherche pas bien profondément dans les entrailles de la terre , & il n'est pas distribué par filons comme les autres métaux ; il est répandu sur la surface , ou tout au plus à quelques pieds de profondeur. . . . On creuse jusqu'à quatre ou cinq pieds , & on en tire une terre jaune mêlée de cailloux & de petites boules rougeâtres , grosses comme des pois , c'est la mine de fer : la meilleure est celle qui



de la Bourgogne, de la Franche-comté, du Nivernois, du Languedoc (i) & de quelques autres provinces de France, sont pour la plu-

---

est la plus ronde, pesante, rouge & brillante en dedans & non pas noire. On débarrasse cette mine de la terre jaune (qui est une espèce d'ocre), en la mettant dans des corbeilles que l'on promène dans les mares, l'eau délaie & emporte la terre, & ne laisse que la mine & les cailloux : par une autre opération, mais fort grossière, on sépare les cailloux d'avec la mine, en sorte qu'il en reste toujours une quantité considérable. Cette mine en grains, donne un fer très doux, mais fournit peu ; on la mêle avec une autre qu'on tire en gros quartiers, dans des carrières au village de *Sans*, près Sancerre ; on casse celle-ci en petits morceaux d'un ponce cubique, &c. *Observations d'Histoire Naturelle, par M. le Monier. Paris 1739, page 117.*

(i) On trouve dans le vallon de *Trépalon* (diocèse d'Alais), une quantité de mines de fer à l'opposite de celles de charbon ; elles sont d'une bonne qualité. . . . Leurs veines, après avoir traversé le Gardon, un peu au-dessous de la *Blaquière*, se trouvent recouvertes d'un banc d'ocre naturelle qui est très belle, & dont on pourroit tirer parti. Les veines de fer traversent celles du charbon qu'elles interceptent un peu au-dessus du *Mas-des-bois*, après quoi celles de charbon reprennent leur cours & se divisent en deux branches vers la *Blaquière*. *Histoire Naturelle du Languedoc, par M. de Genfanne, tome I, page 216.* — A un petit quart de lieue des mines de charbon (qui se trouvent entre *Bize* & le *Pont-de-Cabessac*, au diocèse de Narbonne), au lieu appelé *Saint-Aulaire*, sur le chemin de Montaulieu, on trouve de très

part en rouille & en grains, & fournissent la plus grande partie des fers qui se consomment dans le Royaume; en général, on peut dire qu'il y a en France des mines de fer

---

bonnes mines de fer; elles sont en général en grenailles rondes, semblables à de la dragée de plomb; & ces grenailles sont fort pesantes, & donnent ordinairement du fer de la première qualité; cette espèce de minéral est ici très abondante... Nous avons trouvé également de très bonnes mines de fer au pied de la montagne du *Tauch* (même diocèse), & à *Segure*, auprès du ruisseau, une mine d'argent mêlée de mine de fer... La montagne de *Bergueiroles*, dans la Paroisse de *Saint - Paul de la Coste*, au diocèse d'Alais... est pénétrée de toutes parts par de grosses veines presque horizontales de mine de fer cristallisée, blanche & noire: ces veines qui sont les unes au-dessus des autres, sont séparées par de fortes couches de pierre à chaux, en sorte que le minéral n'a pas la moindre communication avec les roches vitrifiables, & se trouve à plus de deux cents toises au-dessus de la base de la montagne qui, comme presque toutes les montagnes calcaires, porte un fond schisteux.... Je puis dire la même chose des mines de fer des *Cerbières*, telles que celles de *Cascatel*, d'*Aveja*, de *Villerouge* & autres... J'ai trouvé dans les landes de *Cérify*, au diocèse de Bayeux, quantité de coquillages bivalves, dont toute la substance de la coquille & du poisson, est changée en véritable mine de fer. J'ai aussi trouvé dans les *Corbières*, au diocèse de Narbonne, des morceaux de bois entièrement changés en mine de fer. *Histoire Naturelle du Languedoc*, par M. de Genfanne, tome II, pages 12, 13, 14, 175, 176 & 183.

de presque toutes les sortes ; celles qui sont en masses solides se trouvent non-seulement en Dauphiné , mais aussi dans le Roussillon , le comté de Foix , la Bretagne & la Lorraine , & celles qui sont en grains ou en rouille se présentent en grand nombre dans presque toutes les autres provinces de ce Royaume.

L'Espagne a aussi ses mines de fer dont quelques-unes sont en masses concrètes , qui se sont formées de la dissolution & du détriement des masses primitives ; d'autres qui fournissent beaucoup de vitriol ferrugineux & qui paroissent être produites par l'intermède de l'eau chargée d'acide ; il y en a d'autres en ocre & en grains dans plusieurs endroits de la Catalogne , de l'Arragon , &c. (k).

---

(k) Entre *Alcocer* & *Orellena* , il y a une mine de fer dans une espèce de grès , où j'ai vu l'ocre le plus beau & le plus fin qu'il y ait au monde. On traverse une rude montagne pour arriver à *Nabalvillar* , où il y a des pierres hématites , & une espèce de terre noire qui reluit en la frottant dans les mains ; c'est un minéral mort , de fer réfractaire , dont on ne peut jamais rien tirer. . . . En sortant d'*Albaracin* par l'est , on trouve à la distance de quelques milles , une mine de fer en terre calcaire , entourée d'un grès rougeâtre , & aussitôt après on trouve une autre mine noire de fer , où le métal est comme de gros grains de raisin. D'*Albaracin* nous fumes à *Moline* d'*Arragon* , en traversant les montagnes où il y a deux mines de fer ; l'une est dans la partie calcaire de la montagne , & donne du fer si doux qu'on peut le travailler à froid. . . La seconde mine est à une lieue de la pre-

En Italie, les mines de fer les plus célèbres sont celles de l'île d'Elbe; on en a fait récemment de longues descriptions, qui

---

miere. . . . . Elle donne un fer aigre; elle est dans une roche de quartz, & est plus abondante que la première. . . . Cette mine qui donne quarante pour cent de métal, est un peu dure à fondre. *Histoire Naturelle d'Espagne, par M. Bowles; pages 56, 107 & 274. . . .* La mine de *Saromostro* provient de la dissolution & du dépôt du fer par l'eau. . . . C'est un composé de lames ou petites écailles très minces, appliquées les unes sur les autres. . . Il est si sûr que cette mine se forme journellement qu'on ne doit pas être étonné de ce qu'on y a trouvé des fragmens de pics, de pioches, &c. dans des endroits que l'on a creusés il y a plusieurs siècles, & qui se sont ensuite remplis de minéral. . . . Le minéral forme un lit interrompu, qui varie dans son épaisseur depuis trois jusqu'à dix pieds: la couverture est une roche calcaire de deux à six pieds d'épaisseur. . . . Aux environs de Bilbao (en Biscaye), on découvre le fer en quelques endroits sur la terre; & à un quart de lieue de la ville, est une montagne remplie d'une mine de fer qui contient du vitriol: c'est une vaste colline ou un monceau énorme de mine de fer, qui charie & attire un acide vitriolique, lequel pénétrant dans la roche ferrugineuse, dissout le métal, & fait paroître à la superficie, des plaques de vitriol vertes, bleues & blanches. Vis-à-vis de cette montagne, de l'autre côté de la rivière, il y en a une autre semblable qui produit une grande quantité de vitriol, qui est de toute couleur, jaune-claire, &c. . . . A peu de distance de ce grand rocher ferrugineux, un Ingénieur fit couper un morceau de la montagne pour aplanir la nouvelle promenade de la ville; & comme il la fit couper d'à-plomb & de cin-

néanmoins sont assez peu exactes ; ces mines sont ouvertes depuis plusieurs siècles , & fournissent du fer à toutes les provinces méridionales de l'Italie (1).

---

quante à quatre-vingts pieds de hauteur, on découvrit la mine de fer qui est en véritables veines , qui plongent , tantôt directement , tantôt obliquement , & représentent grossièrement les racines d'un arbre. Il y a des veines qui ont un pouce de diamètre , & d'autres qui sont plus grosses que le bras , variant à l'infini , selon le plus ou moins de résistance que la terre oppose au chariage de l'eau ; car on ne peut douter que ce ne soit son ouvrage. *idem*, pages 326, 331 & suiv.

(1) Dans l'isle d'Elbe , deux montagnes méritent principalement l'attention des Minéralogistes ; savoir , le mont *Calamita* & celui de *Rio* , où sont les célèbres mines de fer. . . . A la distance d'environ deux milles de l'endroit où se trouve la pierre d'aimant , dans ce mont *Calamita* , le terrain commence à être ferrugineux & parsemé de pierres hématites noirâtres ou rougeâtres , & de pierres ferrugineuses micacées & écailleuses : on y trouve , sur-tout du côté de la mer , plusieurs morceaux d'aimant détachés des grandes masses de la montagne , & d'autres qui y sont enfoncés , & il semble que la montagne n'est elle-même qu'un amas de blocs ferrugineux & de morceaux d'aimant , car toute la superficie est couverte de ces morceaux écroulés.

On exploite la mine de *Rio* en plein air , comme une carrière de marbre. . . . Toute la superficie de la montagne est couverte d'une terre ferrugineuse , rougeâtre & noirâtre , mêlée de quantité de petites écailles luisantes de minéral de fer. . . . L'intérieur de la montagne , suivant ce qu'on découvre dans les excavations , présente un amas

Dans la Grande-Bretagne, il se trouve beaucoup de mines de fer; la disette de bois fait que depuis long-temps on se sert de char-

---

irrégulier de diverses matieres, 1<sup>e</sup>. des masses de minéral de différentes qualités, . . . La premiere, que les Ouvriers appellent *ferrata*, & l'autre *luciola*. La *ferrata* a presque la couleur & le brillant du fer, même de l'acier lustré, & est très dure, très pesante; c'est l'hématite couleur de fer de Cronstedt; la *luciola*, qui est un minéral écaillé de fer micacé, est moins dure, moins pesante & moins riche que la *ferrata*. . . Ces mines ne courent point par filons, elles sont en masses solitaires plus ou moins grosses, & quelquefois voisines les unes des autres; elles n'ont point de directions constantes, & l'on en trouve du haut en bas de la montagne, & jusqu'au niveau de la mer. . . Le bon minéral de fer est le plus souvent accompagné d'une terre argilleuse de différentes couleurs, qui paroît être de la même nature que le schiste argileux qui abonde dans cette montagne.

On trouve aussi, dans la même montagne, des pyrites, mais en médiocre quantité. . . & quelques morceaux d'aimant. . . . Cette mine de Rio est très abondante, & fournit du fer à Naples, au Duché de Toscane, à la République de Gênes, à la Corse, à la Romagne, &c. . . . Et l'on voit par un passage d'Aristote, que les Grecs de son temps tiroient déjà du fer de cette isle, elle a été célébrée par Virgile, Strabon & d'autres Auteurs anciens, à cause de l'abondance de son fer. . . .

Le fer que produit cette mine de Rio est d'une très bonne qualité; il égale en bonté celui de Suède. . . On réduit la mine en fusion, sans addition d'aucun fondant. . .

La montagne de Rio n'est point disposée par couches  
bon

bon de terre pour les fondre ; il faut que ce charbon soit épuré lorsqu'on veut s'en servir, sur-tout à l'affinerie ; sans cette préparation

---

horizontales, & il semble que les matières ferrugineuses, ocreuses & argileuses y aient été jetées confusément. *Observations sur les mines de fer de l'isle d'Elbe. Journal de Physique, mois de Décembre 1778, pages 416 & suivantes.* . . . Les montagnes de l'isle d'Elbe, dit M. Ferber, sont de granit : il y en a du violet qui est très beau, parce que le spath dur (feld-spath) qu'il renferme est violet & à grands cubes, larges ou épais, oblongs & polygones. . . .

La mine de fer n'est pas en veines ou filons, & cependant il y a une montagne entière, qui n'est formée que de mine de fer environnée de granit. . . . La montagne ferrugineuse de l'isle d'Elbe, consiste pour la plupart en une mine compacte, c'est ou de l'hématite couleur de fer, ou de la mine de fer attirable par l'aimant sans être grillée. Il y a aussi du vrai aimant très bon & très fort : ces mines se cristallisent dans toutes les cavités en forme de crête de coq, en polygones & autres stalactites de différentes formes. . . . On trouve aussi dans ces mines de la pyrite cristallisée, ou des marcassites polygones & cubiques, un peu de pyrite cuivreuse, de l'amiante blanc, de la crème de loup (*spuma lupi*) en longues aiguilles concentriques. Dans les fentes, qui souvent sont très longues & larges, & qu'on peut appeller des *filons*, il y a beaucoup de bol blanc, rouge & couleur de soie, une partie de cette terre bolaire est quelquefois endurcie jusqu'à la consistance d'un vrai jaspe. *Lettres sur la Minéralogie, pages 440 & suiv.* . . . M. le Baron de Dietrich ajoute qu'il ne paroît pas qu'on ait tiré du fer dans aucun

*Minéraux, Tome IV.* O

il rendroit le fer très cassant. Les principales mines de fer de l'Écosse sont près de la bourgade de Carron (*m*) ; celles de l'Angleterre

---

autre endroit de l'isle d'Elbe que dans cette montagne ; la mine de fer n'est qu'à une portée de fusil de la mer ;  
 » tous les rochers, dit il , que l'on voit sur le rivage sont  
 » ferrugineux ; cent cinquante Ouvriers y travaillent constamment ; on se sert de poudre à canon pour l'exploiter : on assure qu'on trouvoit toujours la même qualité  
 » de mine jusqu'à six ou sept milles de distance. ....  
 » Toutes les mines de fer de l'isle d'Elbe , qui ont un  
 » aspect métallique , cristallisées ou micacées , sont attirables à l'aimant ; celles au contraire , qui sont simplement  
 » ocreuses ou sous la forme de chaux , ne le sont point  
 » sans avoir été grillées « ... La pierre d'aimant ne se trouve pas dans la mine de fer de *Rio* ; c'est sur la montagne la plus haute de l'isle d'Elbe , située à cinq milles de *Capoliore* , qu'il faut chercher cette pierre. .... Environ à deux milles de la place où on la trouve , la terre est couverte de grands morceaux de pierres ferrugineuses , qui ressemblent à une mine de fer en roche , & paroissent avoir subi l'action du feu. .... » J'étois , dit M. de  
 » Dietrich , muni de limaille de fer & d'une boussole ; à  
 » une certaine distance de l'endroit où je trouvai la véritable pierre d'aimant , l'éguille se porta entièrement au  
 » midi , parce que la pierre d'aimant étoit en effet au  
 » midi de mon chemin & sur les bords escarpés de la  
 » mer. .... La pierre d'aimant rougie au feu & ensuite  
 » refroidie , perd sa vertu magnétique ». *Note sur la Minéralogie de Ferber , page 440.*

(*m*) A Carron en Ecosse , on use de cinq espèces de mines de fer , qui ne rendent pas plus de trente pour cent



se trouvent dans le duché de Cumberland (n) & dans quelques autres provinces.

Dans le pays de Liège (o), les mines de

de fer en gueuse ; les unes sont en pierre, d'autres en grains, & d'autres en hématites ou tête vitrée : on joint à ces mines, avant de les jeter au fourneau, un sixième de minéral plus riche, que l'on fait venir du Duché de Cumberland, qui est aussi une espèce d'hématite ou tête vitrée. . . . *L'ironstone* ou pierre de fer, qui se trouve auprès de Carron en Ecosse, se tire d'une terre molle & argilleuse, elle se trouve en morceaux près de la superficie de la terre, & est très pauvre ; mais la bonne mine de fer est en rognons dans une espèce d'argile, & se trouve en couches presque horizontales, & cette mine en rognons surmonte un lit de schiste sous lequel se trouve une veine de charbon : la nature de ce minéral de fer est d'un gris-noir & d'un grain serré. *Voyages métallurgiques de M. Jars, page 270.*

(n) Les mines qu'on trouve aux environs de la forge de *Clifton Furnace*, dans le Duché de Cumberland, sont à-peu-près semblables à celles que l'on tire aux environs de Carron en Ecosse, mais elles sont en général plus riches en fer, quelques-unes sont en pierres roulées, & on les nomme *pierre de fer*, idem, *page 235.* . . . On trouve des *ironstone* ou pierres de fer en plusieurs endroits, & même dans le voisinage des mines de charbon près de *Litchfield* & de *Dudley*, & dans la Province de Lancastre ; & quelquefois ces pierres de fer forment des couches qui s'enfoncent à une assez grande profondeur. *Du charbon de terre, par M. Morand, page 1202.*

(o) Selon M. Krenger, les mines de fer du pays de Liège sont toutes argilleuses, & au contraire celles de

fer sont presque toutes mêlées d'argile, & dans le comté de Namur (*p*) elles sont au contraire mélangées de matière calcaire. La plupart des mines d'Alsace & de Suisse (*q*) gissent aussi sur des pierres calcaires : toute la partie du mont Jura, qui commence aux confins du territoire de Schaffouse, & qui s'étend jusqu'au comté de Neuchâtel, offre en plusieurs endroits des indices certains de mines de fer.

Toutes les provinces d'Allemagne ont de même leurs mines de fer, soit en roche, en grains, en ocre, en rouille ou en concrétions ; celles de Styrie (*r*) & de Carin-

Comté de Namur sont toutes calcaires ; il en est de même des mines d'Alsace. *Journal de Physique*, mois de Septembre 1775, page 227.

(*p*) Les mines du Comté de Namur, sont des ocras plus ou moins dures, & dont quelques-unes sont d'un assez beau rouge. . . . Ces minerais produisent en général un fer cassant à froid, & par conséquent très bon pour la fabrication des clous. . . . On ne grille point le minéral. *Voyez les Voyages métallurgiques de M. Jars, tome I, page 310.*

(*q*) Selon M. Guettard, le fer est très commun en Suisse ; le mont Jura offre de toutes parts des indices de mines de fer en grains, qui se trouvent aussi très communément dans plusieurs autres cantons de la Suisse ; il y en a de fort abondantes dans le Comté de Sargans, qui donnent au fourneau de fort bon acier. *Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1752, page 343 & 344.*

(*r*) La mine de fer de Styrie, qui est écailleuse, &

thie (f), dont nous avons parlé, sont les plus fameuses; mais il y en a aussi de très riches dans le Tyrol (t), la Bohême (u), la

---

que les Allemands appellent *Stahlstein* ou pierre d'acier, donne en effet de l'acier par la fonte, & peut aussi donner du très bon fer. M. le Baron de Dietrich dit qu'on trouve des mines écailleuses, toutes semblables à celles de Styrie, dans le pays de Nassau-Siegen, dans la Saxe, le Tyrol, &c. & que par-tout on en fait de très bon fer ou de l'excellent acier; & il ajoute que la mine d'Allevard en Dauphiné, est de la même nature, & que l'on fait dans le pays de Bergame & de Brescia, de très-bon acier d'une mine à-peu-près pareille. *Lettres sur la Minéralogie, par M. Ferber, note; pages 37 & 38.*

(s) Depuis douze cents ans, on exploite dans deux hautes montagnes de la Carinthie, à deux lieues de *Frisach*, soixante mines de fer. . . . . Il y a des minerais bruns & d'autres rougeâtres. . . . . & comme ils ne se fondent pas tous au fourneau avec la même facilité, on les fait griller séparément avant de les mélanger pour la fonte. *Voyages Métallurgiques, par M. Jars, tome 1, pages 53 & 54.*

(t) Dans le Tyrol, à *Kleinboden*, la plus grande partie du minéral est à petites facettes, & ressemble au *phlintz* de Styrie. Il y en a une autre espèce aussi à petites facettes, mais très blanc; & une autre à très grandes facettes, qui est la vraie mine de fer spathique; il y a de pareil minéral dans le *Voigtland* & dans le Dauphiné. *Idem, page 64.*

(u) A trois quarts de lieue de *Platn* en Bohême, on exploite deux filons perpendiculaires de mine de fer, larges chacun de deux à trois toises, & l'on y trouve un

Saxe, le comté de Nassau-Siegen, le pays d'Hanovre (x), &c.

M. Guettard fait mention des mines de fer de la Pologne, & il en a observé quelques-unes ; elles sont pour la plupart en rouille,

---

pieu d'épaisseur en minéral tout pur, de l'espèce qu'on nomme *hématite* ou *tête vitrée* ; on sait que l'hématite présente une infinité de rayons qui tendent tous au même centre. Les filons sont renfermés dans un grès, ou plutôt, ils ont pour toit & pour mur, une pierre de grès à gros grains. Cette mine de fer avoit, en 1757, cinquante-neuf toises de profondeur ; à mesure que l'on a approfondi, le filon est devenu meilleur : elle fournit du minéral à treize forges, tant en Saxe qu'en Bohême. Pour fondre ce minéral on y joint de la pierre à chaux : l'hématite ou tête vitrée, donne du fer très doux & d'une fusion très facile lorsqu'on la mêle avec une plus grande quantité d'une mine jaune d'ocre qu'on trouve presque à la surface de la terre. *Voyages Métallurgiques*, par M. Jars, tome I, pages 70 & suiv.

(x) Il y a près de *Konigs-hutte*, au pays d'Hanovre, des mines de fer qui rendent jusqu'à soixante & quatre-vingts livres de fonte par cent, & d'autres qui n'en rendent que quinze ou vingt ; on les mêle ensemble au fourneau où ils rendent en commun trente ou quarante pour cent. . . . Il y a aussi d'autres minerais de fer qui sont plus durs & plus réfractaires, en sorte qu'on est obligé de les faire griller avant de les mêler avec les autres minerais pour les jeter au fourneau. . . . Les mines de fer des environs de *Blanckenbourg*, sont disposées par couches, & sont en masses à douze ou quinze toises de profondeur sur des rochers de marbre. *Idem*, pages 79 & suiv.

& se tirent presque toutes dans les marais ou dans les lieux bas; d'autres, dit-il, sont en petits morceaux ferrugineux, & celles qui se trouvent dans les collines sont aussi à-peu-près de même nature. (y).

---

(y) En Pologne, il y a des mines de fer qui se tirent dans les marais; M. Guettard dit qu'elles sont d'un jaune d'ocre pâle, ou un peu brun, avec des veines plus foncées ou noirâtres. . . . Le fer qu'elles donnent est cassant, & semblable à celui que fournit en Normandie, la mine appelée *Casse*, à laquelle elle ressemble beaucoup. Une autre mine de fer de Pologne est noirâtre avec des cavités entièrement vides; on la prendroit, au premier coup-d'œil, pour une pierre de volcans. . . . De quelque nature que soient ces mines en Pologne, celles du moins que j'ai vues, elles se trouvent dans des marais ou dans des endroits qui ont toutes les marques d'avoir été autrefois marécageux. Rzeczyński dit qu'en général la Pologne a encore plus de mines de fer que la Volhinie, qu'elles se tirent aussi des marécages. . . . & qu'elles sont jaunâtres ou couleur de rouille de fer. . . .

Les marais de Gracovie, dit encore M. Guettard, renferment des mines de fer qu'on n'exploite point; les morceaux de minéral y sont isolés, ils ont un pied au plus de longueur sur quelques pouces d'épaisseur; dans quelques endroits cependant ces morceaux peuvent avoir trois ou quatre pieds dans la première dimension; sur un peu plus d'épaisseur que les autres; ils sont placés à deux ou trois pieds de profondeur au-dessous d'une terre qui tient de la nature de la tourbe, & l'on trouve en fouillant plus bas du pareil minéral de fer sous d'autres couches de terre. . . . Comme les précédentes mines de marais,

Les pays du Nord sont les plus abondans en mines de fer : les Voyageurs assurent que la plus grande partie des terres de la Laponie sont ferrugineuses : on a aussi trouvé des mines de fer en Islande (c) & en Groënland (a).

En Moscovie, dans les Russies & en Sibérie, les mines de fer sont très communes & sont aujourd'hui l'objet d'un commerce important, car on en transporte le fer en grande quantité dans plusieurs provinces de l'Asie & de l'Europe, & même jusque dans nos ports de France (b).

celles ci sont poreuses, légères, terreuses, noirâtres avec des taches jaunâtres; on découvre de temps en temps dans ces fouilles, & dans les autres qu'on peut faire dans les marais, de la terre bleue appelée *fleur-de-fer*. . . Il y a des mines très abondantes, mais qui ne sont pas de marais, dans le Palatinat de Sandomir auprès de *Suchedniow* & de *Samsonow*. . . Ces mines sont brunes, composées de plusieurs lames, & recouvertes d'une terre jaune couleur d'ocre. *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1762, pages 246, 304 & 305.

(c) Les Islandois font des ustensiles de ménage avec du fer, dont ils recueillent sans peine la mine en différents endroits. *Histoire générale des Voyages*, tome XVIII, page 36.

(a) Idem, tome XIX, page 30.

(b) Dans la Province de *Dwime* en Moscovie, on trouve plusieurs mines de fer. (*Voyages historiques de l'Europe*, tome VII, page 26). . . Et à vingt-six lieues de Moscou, auprès de *Tula*, il y a d'autres mines fort

En

En Asie, le fer n'est pas aussi commun dans les parties méridionales que dans les contrées septentrionales : les Voyageurs disent qu'il y a très peu de mines de fer au

---

abondantes. *Voyages d'Oléarius. Paris, 1656, tome I,* Les Tartares, qui habitent les bords des rivières de *Kondoma* & de *Mrasa*, savent fondre la mine de fer dans de petits fourneaux creusés en terre & surmontés d'un chapiteau; ils pilent la mine & apportent alternativement dans le fourneau, du minéral pilé & du charbon; ils se servent de deux soufflets, & ne font que deux ou trois livres de fonte à-la-fois. *Gmelin, Histoire générale des Voyages, tome XVIII, page 153 & 154.* — En Sibérie, à quinze werstes de la ville de *Tomsk*, il y a une montagne composée entièrement de mine de fer; on en fait griller le minéral avant de le jeter au fourneau : il se trouve aussi chez les *Barfujakes*, des mines qui donnent de très bon fer. *Idem, pages 160 & 161.* — Dans les terres voisines du *Lena*, il se trouve des mines de fer mêlées avec des terres ferrugineuses jaunes ou rouges, & l'on en tire de très bon fer. *Idem, pages 284 & 285.* — On trouve chez les *Ostiaques*, à quelque distance des bords du *Jeniseï*, du minéral de fer fort pesant & fort riche, rouge en dehors & brun en dedans. *Idem, page 361.* — M. l'Abbé Chappe a compté cinquante-deux mines de fer aux environs d'*Ekatérinbourg* en Sibérie; ces mines sont, dit-il, mêlées avec des terres vitrifiables ou argilleuses, & jamais avec des matières calcaires; pas une de ces mines n'est disposée en filons, elles sont toutes par dépôts, dispersées sans ordre, du moins en apparence. On trouve presque toujours ces mines dans les montagnes

Japon, & que ce métal y est presque aussi cher que le cuivre (c); cependant à la Chine le fer est à bien plus bas prix, ce qui prouve que les mines de ce dernier métal y sont en plus grande abondance.

On en trouve dans les contrées de l'Inde;

---

baïsses & sur les bords des ruisseaux; elles sont à trois pieds sous terre, elles ont vingt-quatre à trente pieds de profondeur. . . . On fait griller toutes ces mines à l'air libre avant de les mettre au fourneau, & on en fait du très bon fer. *Gmelin, Histoire générale des Voyages, tome XIX, page 472. . .* M. Pallas a trouvé en Russie, aux environs de la rivière de *Geni*, une masse de fer du poids de cent cinquante-deux livres, qu'il a envoyée à l'Académie de Pétersbourg. Cette masse a la forme d'une éponge, & est percée de trous ronds remplis de petits corps polis de couleur d'ambre : ce fer se plie aisément sans le secours du feu; un feu médiocre suffit pour le travailler. On peut en faire toutes sortes de petits outils; mais lorsqu'on l'expose à l'action d'un grand feu, il perd sa souplesse, se granule & se casse au lieu de plier. Cette masse ferrugineuse a été trouvée sous la croupe d'une montagne couverte de bois, peu éloignée du mont *Rénur*, près duquel est une mine d'aimant. *Journal Historique & Politique, 30 Octobre 1773, article Pétersbourg.*

(c) On ne trouve du fer au Japon que dans quelques Provinces, mais on l'y trouve en grande abondance, & cependant on l'y vend presque aussi cher que le cuivre. *Histoire générale des Voyages, tome X, page 655.*



à Siam (d), à Golconde (e) & dans l'île de Ceylan (f). L'on connoît de même les fers

---

(d) A Siam, près de la ville de *Campeng-pei*, il y a une montagne au sommet de laquelle on trouve une mine de fer dont on tire même de l'acier par la fonte; cependant en général on connoît peu de mines de fer dans ce pays, & les Siamois ne sont pas habiles à le travailler; car ils n'ont pas d'épingles, d'aiguilles, de clou, de ciseaux ni de ferrures, chacun se fait des épingles de bambou, comme nos ancêtres en faisoient d'épines.

*Histoire générale des Voyages, tome IX, pages 307 & 308.* — Le village de *Beaufonin*, au Royaume de Siam, est composé de dix ou douze maisons, & est environné de mines de fer; il y a une forge où chaque habitant est obligé de fondre cent vingt-cinq livres de fer pour le Roi: toute la forge consiste en deux ou trois fourneaux que l'on remplit de charbon & de mine alternativement; le charbon venant à se consumer peu-à-peu, la mine se trouve au fond en une espèce de boulet. Les soufflets dont on se sert, sont deux cylindres de bois creusés, dont le diamètre peut être de sept à huit pouces. Chaque cylindre a son piston avec de petites cordes, & un homme seul le fait agir. *Second Voyage au Royaume de Siam, Paris, 1689, pages 242 & 243.*

(e) A Golconde, on fabrique beaucoup de fer & d'acier qui se transportent en divers endroits des Indes. *Histoire générale des Voyages, tome IX, page 517.*

(f) Le fer est commun dans l'isle de Ceylan, & les habitans savent même en faire de l'acier. *Idem, tome VIII, page 549.*

de Perse (g), d'Arabie (h), & sur-tout les aciers fameux, connus sous le nom de *damas*, que ces Peuples savoient travailler avant même que nous eussions, en Europe, trouvé l'art de faire de bon acier.

En Afrique, les fers de Barbarie (i) &

---

(g) On fait à *Kom* en Perse, de très bonnes lames d'épées & de fabres : l'acier dont ces lames sont faites, vient de *Niris* proche *Ispahan*, où il y a plusieurs mines de ce métal. *Voyages de Jean Struys. Rouen, 1719, tome I, page 272.* — Les principales mines de Perse sont dans l'Hircanie, la Médie septentrionale, au pays des Parthes & dans la Bactriane; mais le fer qu'on en tire n'est pas si doux que celui qu'on fait en Angleterre. *Voyages de Chardin. Amsterdam, 1711, tome II, page 23.*

(h) Les Grecs ont dit mal-à-propos que l'Arabie heureuse n'avoit point de fer, puisqu'aujourd'hui même on y exploite encore des mines dans le District de *Saad*..... Mais ce fer de *Saad* est moins bon que celui qu'on apporte d'Europe, & leur revient plus cher, vu l'ignorance des Arabes & le manque de bois. *Description de l'Arabie, par M. Niebuhr, page 123.*

(i) Le plomb & le fer sont les seuls métaux qu'on ait découverts jusqu'ici en Barbarie. Le fer est fort bon, mais il n'est pas en grande quantité; ce sont les *Kalybes* des Districts montagneux de *Bon-jeirah* qui le tirent de la terre & qui le forgent, ils l'apportent ensuite en petites barres aux marchés de *Bon-jeirah* & d'Alger. La mine est assez abondante dans les montagnes de *Duée* & de *Zikkar*; la dernière est la plus riche & fort pesante, & l'on y trouve quelquefois du cinabre. *Voyages de Shaw, tome*

ceux de Madagascar (*k*) sont cités par les Voyageurs; il se trouve aussi des mines de fer dans plusieurs autres contrées de cette partie du monde, à Bambuc (*l*), à Congo (*m*) & jusque chez les Hottentots (*n*).

---

*I*, page 306. — Il y a aussi du fer dans le Royaume de Maroc, dans les montagnes de *Gesula*. *L'Afrique de Marmol*, tome II, page 76 — Et les habitans de *Bem-Besseri*, au pied du mont Atlas, en font leur principal commerce. *Idem*, tome III, page 27.

(*k*) On trouve du fer à Madagascar, & les habitans de quelques parties montagneuses de cette isle sont assez industrieux pour le fabriquer en barres; les mines sont très fusibles & produisent un fer très doux. *Relation de Madagascar*, par François Gauche. Paris, 1651, page 68 & 69.

(*l*) On trouve du fer non-seulement à *Bambouck*, dans le Royaume de *Galam*, de *Kayne* & de *Dramuret* où il est en abondance, mais encore dans tous les autres pays en descendant le Sénégal, sur-tout à *Joël* & *Donghel*, dans les Etats du *Siratik*, où il est si commun que les Nègres en font des pots & des marmites. *Histoire générale des Voyages*, tome II, page 644.

(*m*) On trouve beaucoup de fer, ainsi que plusieurs autres métaux, dans le Royaume de Congo. *Recueil des Voyages de la Compagnie des Indes*. Amsterdam, 1702, tome IV, page 321.

(*n*) Les mines de fer sont fort communes dans le pays des Hottentots, & les habitans savent même les convertir en fer par la fonte. *Histoire générale des Voyages*, tome V, page 172. *Voyages de Kolbe*. — Au cap de Bonne-

Mais tous ces Peuples, à l'exception des Barbaresques, ne savent travailler le fer que très grossièrement, & il n'y a ni forges ni fourneaux considérables dans toute l'étendue de l'Afrique, du moins les Relateurs ne font mention que des fourneaux nouvellement établis par le roi de Maroc, pour fondre des canons de cuivre & de fonte de fer.

Il y a peut-être autant de mines de fer dans le vaste continent de l'Amérique que dans les autres parties du monde, & il paroît qu'elles sont aussi plus abondantes dans les contrées du nord que dans celles du midi; nous avons même formé, dès le siècle précédent, des établissemens considérables de fourneaux & de forges dans le Canada, où l'on fabriquoit de très bon fer (o) : il se

espérance, il y a des indices certains de mines de fer. *Description du cap de Bonne-espérance par Kolbe. Amsterdam, 1741, partie II, page 174.*

(o) Au Canada, la ville des *Trois-rivières* a dans son voisinage, des mines d'excellent fer. *Histoire générale des Voyages, tome XIV, page 700.* — Les mines de fer sont en Canada, plus abondantes & plus communes que dans la plupart des Provinces de l'Europe; celles des *Trois-rivières* sur-tout surpassent celles d'Espagne, par la quantité de fer qu'elles donnent. *Histoire philosophique & politique. Amsterdam, 1772, tome II, page 56.* — « Les mines des *Trois-rivières*, dit M. Guettard, donnent d'excellent fer; cependant il ne faut pas croire que tout le fer du Canada soit d'une égale qualité; il y en a de très doux & de très malléable, & d'autre qui est aigre

trouve de même des mines de fer en Virginie (p), où les Anglois ont établi depuis peu des forges ; & comme ces mines sont très

---

» & fort aisé à casser ; cette différence peut venir , on de  
 » la manière de le faire , ou de celle qui se trouve en-  
 » tre les mines. . . . Suivant M. Gautier , toutes les ter-  
 » res du Canada contiennent des mines de fer : il y en  
 » a dans un endroit appelé la *mine au Racourci*, & au  
 » *cap Martin* ; ces mines sont mêlées avec un peu de  
 » cuivre ou d'autre métal. . . . Les morceaux de celle du  
 » cap Martin , pèsent autant que le fer , à volume égal :  
 » le fer y a paru presque tout pur à en juger par la  
 » couleur. Lorsqu'on prend un morceau de cette mine ,  
 » & que sans l'avoir purifié ni fait passer par le feu , on  
 » le présente à l'aiguille aimantée , il la fait varier &  
 » produit sur elle presque les mêmes effets & les mêmes  
 » mouvemens qu'une lame de couteau ordinaire. . . .  
 » Quand on pulvérise cette mine , & qu'on verse dessus  
 » un peu d'esprit de vitriol , il fermente très peu ou pres-  
 » que point ; mais quand on la jette dans un mélange  
 » d'esprit de nitre & de sel marin , ce qui fait une eau  
 » régale , il paroît que ce qui est de couleur de cuivre s'y  
 » dissout. Ces expériences donnent lieu de penser que  
 » le fer est presque par-tout pur dans cette mine du cap  
 » Martin ; celle de Racourci est plus mélangée ». Voyez  
 les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris* , année  
 1752 , pages 207 & suiv.

(p) Il y a des mines de fer à *Falling-Croak* , sur la  
 rivière *James* , dans la Virginie. *Histoire générale des Voya-  
 ges* , tome XIV , page 474. — Et même tous les lieux  
 élevés de cette presqu'île sont remplis de mine de fer. *Idem*,  
 page 492.

abondantes & se tirent aisément, & presque à la surface de la terre, dans toutes ces provinces qui sont actuellement sous leur domination, & que d'ailleurs le bois y est très commun, ils peuvent fabriquer le fer à peu de frais, & ils ne désespèrent pas, dit-on, de fournir ce fer de l'Amérique, au Portugal, à la Turquie, à l'Afrique, aux Indes orientales, & à tous les pays où s'étend leur commerce (*q*). Suivant les Voyageurs, on a aussi trouvé des mines de fer dans les climats plus méridionaux de ce nouveau continent, comme à Saint-Domingue (*r*), au Mexique (*f*), au Pérou (*t*), au Chili (*u*), à la Guyane (*x*) & au Brésil (*y*); & ce-

(*q*) Histoire philosophique & politique des établissemens des Européens dans les deux Indes. *Amsterdam*, 1772. *tome VI*, page 556.

(*r*) L'isle de Saint-Domingue a des mines de fer. *Histoire générale des Voyages*, *tome XII*, page 218.

(*s*) Le canton de *Mertitlan* au Mexique renferme une quantité de mines de fer. *Idem*, page 648.

(*t*) On trouve aussi au Pérou, dans le territoire de *Cuença*, plusieurs morceaux de mines de fer attirables à l'aimant. *Idem*, *tome XIII*, page 598.

(*u*) Il y a aussi des mines de fer au Chili. *Idem*; page 412.

(*x*) La Guyane Française est abondante en mines de fer. *Idem*, *tome XIV*, page 377.

(*y*) Au Brésil, à trente lieues de Saint-Paul au sud, on rencontre les montagnes de *Bera Suéaba*, abondantes en mines de fer. *Idem*, page 225.

pendant les Mexicains & les Péruviens, qui étoient les peuples les plus policés de ce continent, ne faisoient aucun usage du fer, quoiqu'ils eussent trouvé l'art de fondre d'autres métaux, ce qui ne doit pas étonner, puisque dans l'ancien continent, il existoit des peuples bien plus anciennement civilisés que ne pouvoient l'être les Américains, & que néanmoins il n'y a pas trois mille cinq cents ans que les Grecs ont, les premiers, trouvé les moyens de fondre la mine de fer, & de fabriquer ce métal dans l'île de Crète.

La matière du fer ne manque donc en aucun lieu du monde; mais l'art de la travailler est si difficile, qu'il n'est pas encore universellement répandu, parce qu'il ne peut être avantageusement pratiqué que chez les Nations les plus policées, & où le Gouvernement concourt à favoriser l'industrie: car, quoiqu'il soit physiquement très possible de faire par-tout du fer de la meilleure qualité, comme je m'en suis assuré par ma propre expérience, il y a tant d'obstacles physiques & moraux qui s'opposent à cette perfection de l'art, que dans l'état présent des choses on ne peut guère l'espérer.

Pour en donner un exemple, supposons un homme qui, dans sa propre terre, ait des mines de fer & des charbons de terre, ou des bois en plus grande quantité que les habitans de son pays ne peuvent en consommer, il lui viendra tout naturellement dans l'esprit, l'idée d'établir des forges pour consumer ces combustibles, & tirer avantage de ses mines. Cet établissement qui exige tou-

jours une grosse mise de fonds, & qui demande autant d'économie dans la dépense que d'intelligence dans les constructions, pourroit rapporter à ce propriétaire environ dix pour cent, si la manutention en étoit administrée par lui-même. La peine & les soins qu'exige la conduite d'une telle entreprise à laquelle il faut se livrer tout entier & pour long-temps, le forceront bientôt à donner à ferme, les mines, les bois, & les forges, ce qu'il ne pourra faire qu'en cédant moitié du produit ; l'intérêt de sa mise se réduit dès-lors à cinq au lieu de dix pour cent : mais le très-pesant impôt dont la fonte de fer est grévée au sortir du fourneau, diminue si considérablement le bénéfice, que souvent le propriétaire de la forge ne tire pas trois pour cent de sa mise, à moins que des circonstances particulières & très rares, ne lui permettent de fabriquer ses fers à bon marché & de les vendre cher (2). Un autre

---

(2) J'ai établi, dans ma terre de Buffon, un haut fourneau avec deux forges ; l'une a deux feux & deux marteaux, & l'autre a un feu & un marteau ; j'y ai joint une fenderie, une double batterie, deux martinets, deux bocards, &c. toutes ces constructions faites sur mon propre terrain & à mes frais, m'ont coûté plus de trois cents mille livres ; je les ai faites avec attention & économie ; j'ai ensuite conduit pendant douze ans, toute la manutention de ces usines, je n'ai jamais pu tirer les intérêts de ma mise au denier vingt ; & après douze ans d'expérience, j'ai donné à ferme toutes ces usines pour six mille cinq cents livres ; ainsi, je n'ai pas deux & demi pour



obstacle moral tout aussi opposé, quoiqu'indirectement, à la bonne fabrication de nos fers, c'est le peu de préférence qu'on donne aux bonnes manufactures, & le peu d'attention pour cette branche de commerce qui pourroit devenir l'une des plus importantes du Royaume, & qui languit par la liberté de l'entrée des fers étrangers. Le mauvais fer se fait à bien meilleur compte que le bon, & cette différence est au moins du cinquième de son prix; nous ne ferons donc jamais que du fer de qualité médiocre, tant que le bon & le mauvais fer seront également grévés d'impôts, & que les Étrangers nous apporteront, sans un impôt proportionnel, la quantité de bons fers dont on ne peut se passer pour certains ouvrages.

D'ailleurs les Architectes & autres gens chargés de régler les Mémoires des Ouvriers qui emploient le fer dans les bâtimens & dans la construction des vaisseaux, ne font pas assez d'attention à la différente qualité des fers; ils ont un tarif général & commun sur lequel ils règlent indistinctement le prix du fer, en sorte que les Ouvriers qui l'emploient pour leur compte dédaignent le bon,

---

cent de mes fonds, tandis que l'impôt en produit à très-peu-près autant, & sans mise de fonds, à la caisse du domaine : je ne cite ces faits que pour mettre en garde contre des spéculations illusoires les gens qui pensent à faire de semblables établissemens, & pour faire voir en même temps que le Gouvernement qui en tire le profit le plus net, leur doit protection.

& ne prennent que le plus mauvais & le moins cher : à Paris sur-tout, cette inattention fait que dans les bâtimens, on n'emploie que de mauvais fers, ce qui en cause ou précipite la ruine. On sentira toute l'étendue de ce préjudice si l'on veut se rappeler ce que j'ai prouvé par des expériences (a); c'est qu'une barre de bon fer a non-seulement plus de durée pour un long avenir, mais encore quatre ou cinq fois plus de force & de résistance actuelle qu'une pareille barre de mauvais fer.

Je pourrois m'étendre bien davantage sur les obstacles qui, par des réglemens mal entendus, s'opposent à la perfection de l'art des forges en France; mais, dans l'Histoire Naturelle du fer, nous devons nous borner à le considérer dans ses rapports physiques, en exposant non-seulement les différentes formes sous lesquelles il nous est présenté par la Nature, mais encore toutes les différentes manières de traiter les mines & les fontes de fer pour en obtenir du bon métal. Ce point de vue physique, aujourd'hui contrarié par les obstacles moraux dont nous venons de parler, est néanmoins la base réelle sur laquelle on doit se fonder pour la conduite des travaux de cet art, & pour changer ou modifier les réglemens qui s'opposent à nos succès en ce genre.

Nous n'avons en France que peu de ces

---

(a) Voyez Supplémens, partie expérimentale, Mémoire sur la ténacité du fer.

roches primordiales de fer, si communes dans les Provinces du nord, & dans lesquelles l'élément du fer est toujours mêlé & intimement uni avec une matière vitreuse. La plupart de nos mines de fer sont en petits grains ou en rouille, & elles se trouvent ordinairement à la profondeur de quelques pieds; elles sont souvent dilatées sur un assez grand espace de terrain, où elles ont été déposées par les anciennes alluvions des eaux avant qu'elles n'eussent abandonné la surface de nos continens: si ces mines ne sont mêlées que de sables calcaires, un seul lavage ou deux suffiront pour les en séparer, & les rendre propres à être mises au fourneau; la portion de sable calcaire que l'eau n'aura pas emportée servira de castine, il n'en faudra point ajouter, & la fusion de la mine sera facile & prompte: on observera seulement que quand la mine reste trop chargée de ce sable calcaire, & qu'on n'a pu l'en séparer assez en la lavant ou la criblant, il faut alors y ajouter au fourneau une petite quantité de terre limonneuse qui, se convertissant en verre, fait fondre en même temps cette matière calcaire superflue, & ne laisse à la mine que la quantité nécessaire à sa fusion, ce qui fait la bonne qualité de la fonte.

Si ces mines en grains se trouvent au contraire mêlées d'argile fortement attachée à leurs grains, & qu'on a peine de séparer par le lavage, il faut le réitérer plusieurs fois & donner à cette mine au fourneau, une assez grande quantité de castine; cette matière calcaire facilitera la fusion de la

mine en s'emparant de l'argile qui enveloppe le grain, & qui se fondra par ce mélange : il en fera de même si la mine se trouve mêlée de petits cailloux ; la matiere calcaire accélérera leur fusion ; seulement on doit laver, cribler & vanner ces mines, afin d'en séparer, autant qu'il est possible, les petits cailloux, qui souvent y sont en trop grande quantité.

J'ai suivi l'extraction & le traitement de ces trois sortes de mines ; les deux premières étoient en *nappes*, c'est-à-dire, dilatées dans une assez grande étendue de terrain ; la dernière, mêlée de petits cailloux, étoit au contraire en *nids* ou en sacs, dans les fentes perpendiculaires des bancs de pierre calcaire : sur une vingtaine de ces mines *ensachées* dans les rochers calcaires, j'ai constamment observé qu'elles n'étoient mêlées que de petits cailloux quartzeux, de calcédoines & de sables vitreux, mais point du tout de graviers ou de sable calcaire, quoique ces mines fussent environnées de tous côtés de bancs solides de pierres calcaires dont elles remplissoient les intervalles ou fentes perpendiculaires à d'assez grandes profondeurs, comme de cent, cent-cinquante & jusqu'à deux cents pieds ; ces fentes, toujours plus larges vers la superficie du terrain, vont toutes en se retrécissant à mesure qu'on descend, & se terminent par la réunion des rochers calcaires dont les bancs deviennent continus au-dessous ; ainsi, quand ce sac de mine étoit vuide, on pouvoit examiner du haut en bas & de tous côtés, les parois de la fente qui la con-

tenoit ; elles étoient de pierre purement calcaire , sans aucun mélange de mine de fer ni petits cailloux : les bancs étoient horizontaux , & l'on voyoit évidemment que la fente perpendiculaire n'étoit qu'une disruption de ces bancs , produite par la retraite & le dessèchement de la matière molle dont ils étoient d'abord composés ; car la suite de chaque banc se trouvoit à la même hauteur de l'autre côté de la fente , & tous étoient de même parfaitement correspondans du haut jusqu'en bas de la fente.

J'ai de plus observé que toutes les parois de ces fentes étoient lisses & comme usées par le frottement des eaux , en sorte qu'on ne peut guère douter qu'après l'établissement de la matière des bancs calcaires par lits horizontaux , les fentes perpendiculaires ne se soient d'abord formées par la retraite de cette matière sur elle-même en se durcissant ; après quoi ces mêmes fentes sont demeurées vides , & leur intérieur , d'abord battu par les eaux , n'a reçu que dans des temps postérieurs , les mines de fer qui les remplissent.

Ces transports paroissent être les derniers ouvrages de la mer sur nos continens ; elle a commencé par étendre les argiles & les sables vitreux sur la roche du Globe , & sur toutes les matières solides & vitrifiées par le feu primitif : les schistes se sont formés par le dessèchement des argiles , & les grès par la réunion des sablons quartzeux ; ensuite les poudres calcaires , produites par les débris des premiers coquillages , ont formé les

bancs de pierre, qui sont presque toujours posés au-dessus des schistes & des argiles; & en même temps les détrimens des végétaux descendus des parties les plus élevées du Globe, ont formé les veines de charbons & de bitumes; enfin les derniers mouvemens de la mer, peu de temps avant d'abandonner la surface de nos collines, ont amené dans les fentes perpendiculaires des bancs calcaires, ces mines de fer en grains qu'elle a lavés & séparés de la terre végétale, où ils s'étoient formés comme nous l'avons expliqué (b).

Nous observerons encore que ces mines qui se trouvent *enfachées*, dans les rochers calcaires, sont communément en grains plus gros que celles qui sont dilatées par couches sur une grande étendue de terrain (c); elles n'ont de plus aucune suite, aucune autre correspondance entr'elles que la direction de ces mêmes fentes, qui, dans les masses calcaires, ne suivent pas la direction générale de la colline, du moins aussi régulièrement que dans les montagnes vitreuses; en sorte que quand on a épuisé un de ces sacs de mine, l'on n'a souvent nul indice pour

---

(b) Voyez dans le premier volume de cette Histoire Naturelle des Minéraux, l'article qui a pour titre, de la *Terre végétale*.

(c) Ce n'est qu'en quelques endroits où l'on trouve de ces mines dilatées en gros grains sur une grande étendue de terrain. M. de Grignon en a reconnu quelques-unes telles en Franche-comté.

en trouver un autre : la boussole ne peut servir ici , car ces mines en grains ne font aucun effet sur l'aiguille aimantée , & la direction de la fente n'est qu'un guide incertain ; car , dans la même colline , on trouve des fentes dont la plus grande dimension horizontale s'étend dans des directions très différentes & quelquefois opposées ; ce qui rend la recherche de ces mines très équivoque & leur produit si peu assuré , si contingent , qu'il seroit fort imprudent d'établir un fourneau dans un lieu où l'on n'auroit que de ces mines en sacs , parce que ces sacs étant une fois épuisés , on ne seroit nullement assuré d'en trouver d'autres ; les plus considérables de ceux dont j'ai fait extraction , ne contenoient que deux ou trois mille muids de mine , quantité qui suffit à peine à la consommation du fourneau pendant huit ou dix mois : plusieurs de ces sacs ne contenoient que quatre ou cinq cents muids , & l'on est toujours dans la crainte de n'en pas trouver d'autres après les avoir épuisés ; il faut donc s'assurer s'il n'y a pas à proximité , c'est-à-dire , à deux ou trois lieues de distance du lieu où l'on veut établir un fourneau , d'autres mines en couches assez étendues pour pouvoir être moralement sûr qu'une extraction continuée pendant un siècle , ne les épuîsera pas ; sans cette prévoyance , la matière métallique venant à manquer , tout le travail cesseroit au bout d'un temps , la forge périroit faute d'aliment , & l'on seroit obligé de détruire tout ce que l'on auroit édifié.

Au reste, quoique le fer se reproduise en grains sous nos yeux dans la terre végétale, c'est en trop petite quantité pour que nous puissions en faire usage : car toutes les minières, dont nous faisons l'extraction, ont été amenées, lavées & déposées par les eaux de la mer lorsqu'elle couvroit encore nos continens; quelque grande que soit la consommation qu'on a faite, & qu'on fait tous les jours de ces mines, il paroît néanmoins que ces anciens dépôts ne sont pas à beaucoup près épuisés, & que nous en avons en France pour un grand nombre de siècles, quand même la consommation doubleroit par les encouragemens qu'on devroit donner à nos fabrications de fer; ce sera plutôt la matière combustible qui manquera si l'on ne donne pas un peu plus d'attention à l'épargne des bois, en favorisant l'exploitation des mines de charbon de terre.

Presque toutes nos forges & fourneaux ne sont entretenus que par du charbon de bois (*d*), & comme il faut dix-huit à vingt

---

(*d*) Les charbons de chêne, charme, hêtre & autres bois durs, sont meilleurs pour le fourneau de fusion; & ceux de tremble, bouleau & autres bois mous, sont préférables pour l'affinerie; mais il faut laisser reposer pendant quelques mois les charbons de bois durs. Le charbon de chêne employé à l'affinerie rend le fer cassant; mais au fourneau de fusion, c'est de tous les charbons celui qui porte le plus de mine; ensuite c'est le charbon de hêtre, celui de sapin & celui de châtaigner, qui de tous en porte le moins, & doit être réservé, avec les bois.



ans d'âge au bois pour être converti en bon charbon, on doit compter qu'avec deux cents cinquante arpens de bois bien économisés, l'on peut faire annuellement six cents ou six cents cinquante milliers de fer; il faut donc pour l'entretien d'un pareil établissement, qu'il y ait au moins dix-huit fois deux cents cinquante ou quatre mille cinq cents arpens à portée, c'est-à-dire, à deux ou trois lieues de distance, indépendamment d'une quantité égale ou plus grande pour la consommation du pays. Dans toute autre position, l'on ne pourra faire que trois ou quatre cents milliers de fer par la rareté des bois, & toute forge qui ne produiroit pas trois cents milliers de fer par an, ne vaudroit pas la peine d'être établie ni maintenue : or c'est le cas d'un grand nombre de ces établissemens faits dans les temps où le bois étoit plus commun, où on ne le tiroit pas par le flottage des provinces éloignées de Paris, où enfin la population étant moins grande, la consommation du bois, comme de toutes les autres denrées, étoit moindre; mais maintenant que toutes ces causes & notre plus grand luxe ont concouru à la disette du bois, on sera forcé de s'attacher à la recherche de ces anciennes forêts enfouies dans le sein

---

blancs, pour l'affinerie. On doit tenir sèchement & à couvert tous les charbons, ceux de bois blancs sur tout s'altèrent à l'air & à la pluie dans très peu de temps; le charbon des jeunes chênes, depuis dix-huit jusqu'à trente ans d'âge, est celui qui brûle avec le plus d'ardeur.

de la terre, & qui, sous une forme de matière minérale, ont retenu tous les principes de la combustibilité des végétaux, & peuvent les suppléer non-seulement pour l'entretien des feux & des fourneaux nécessaires aux arts, mais encore pour l'usage des cheminées & des poëles de nos maisons, pourvu qu'on donne à ce charbon minéral, les préparations convenables.

Les mines en rouille ou en ocre, celles en grains & les mines spathiques ou en concrétions, sont les seules qu'on puisse encore traiter avantageusement dans la plupart de nos provinces de France, où le bois n'est pas fort abondant; car quand même on y découvreroit des mines de fer primitif, c'est-à-dire de ces roches primordiales, telles que celles des contrées du Nord, dans lesquelles la substance ferrugineuse est intimement mêlée avec la matière vitreuse, cette découverte nous seroit peu utile, attendu que le traitement de ces mines exige près du double de consommation de matière combustible, puisqu'on est obligé de les faire griller au feu pendant quinze jours ou trois semaines, avant de pouvoir les concasser & les jeter au fourneau; d'ailleurs ces mines en roche qui sont en masses très dures, & qu'il faut souvent tirer d'une grande profondeur, ne peuvent être exploitées qu'avec de la poudre & de grands feux qui les ramollissent ou les font éclater: nous aurions donc un grand avantage sur nos concurrens étrangers si nous avions autant de matières combustibles; car avec la même quantité nous ferions le

double de ce qu'ils peuvent faire, puisque l'opération du grillage consomme presque autant de combustible que celle de la fusion, & comme je l'ai souvent dit, il ne tient qu'à nous d'avoir d'aussi bon fer que celui de Suède, dès qu'on ne sera pas forcé, comme on l'est aujourd'hui, de trop épargner le bois, ou que nous pourrions y suppléer par l'usage du charbon de terre épuré.

La bonne qualité du fer provient principalement du traitement de la mine avant & après sa mise au fourneau : si l'on obtient une très bonne fonte, on sera déjà bien avancé pour faire d'excellent fer. Je vais indiquer le plus sommairement qu'il me sera possible les moyens d'y parvenir, & par lesquels j'y suis parvenu moi-même, quoique je n'eusse sous ma main que des mines d'une très médiocre qualité.

Il faut s'attacher, dans l'extraction des mines en grains, aux endroits où elles sont les plus pures; si elles ne sont mêlées que d'un quart ou d'un tiers de matière étrangère, on doit encore les regarder comme bonnes; mais si ce mélange hétérogène est de deux tiers ou de trois quarts, il ne sera guère possible de les traiter avantageusement, & l'on fera mieux de les négliger & de chercher ailleurs; car il arrive toujours que dans la même minière, dilatée sur une étendue de quelques lieues de terrain, il se trouve des endroits où la mine est beaucoup plus pure que dans d'autres, & de plus, la portion inférieure de la minière est communément la meilleure : au contraire dans les minières qui

sont en sacs perpendiculaires, la partie supérieure est toujours la plus pure, & on trouve la mine plus mêlée à mesure que l'on descend; il faut donc choisir, & dans les unes & dans les autres, ce qu'elles auront de mieux, & abandonner le reste si l'on peut s'en passer.

Cette mine extraite avec choix, fera conduite aux lavoirs pour en séparer toutes les matières terreuses que l'eau peut délayer, & qui entraînera aussi la plus grande partie des sables plus menus ou plus légers que les grains de la mine; seulement il faut être attentif à ne pas continuer le lavage dès qu'on s'aperçoit qu'il passe beaucoup de mine avec le sable (e), ou bien il faut recevoir ce sable mêlé de mine, dans un dépôt d'où l'on puisse ensuite le tirer, pour le cribler ou le vanter, afin de rendre la mine assez nette pour pouvoir la mêler avec l'autre. On doit de même cribler toute mine lavée qui reste encore

---

(e) Ce seroit entrer dans un trop grand détail, que de donner ici les proportions & les formes des différens lavoirs qu'on a imaginés pour nettoyer les mines de fer en grains, & les purger des matières étrangères, qui quelquefois sont tellement unies aux grains qu'on a grande peine à les en détacher. Le lavoir foncé de fer & percé de petits trous, inventé par M. Robert, sera très utile pour les mines ainsi mêlées de terre grasse & attachante; mais pour toutes les autres mines qui ne sont mêlées que de sable calcaire ou de petits cailloux vitreux, les lavoirs les plus simples suffisent & même doivent être préférés.

chargée d'une trop grande quantité de sable ou de petits cailloux : en général, plus on épurera la mine par les lotions ou par le crible, & moins on consommera de combustible pour la fondre, & l'on sera plus que dédommagé de la dépense qu'on aura faite pour cette préparation de la mine par son produit au fourneau (f).

La mine épurée à ce point peut être confiée au fourneau avec certitude d'un bon produit en quantité & en qualité ; une livre & demie de charbon de bois suffira pour produire une livre de fonte, tandis qu'il faut une livre trois quarts, & quelquefois jusqu'à deux livres de charbon lorsque la mine est restée trop impure : si elle n'est mêlée que de petits cailloux ou de sables vitreux, on fera bien d'y ajouter une certaine quantité de matière calcaire, comme d'un sixième ou d'un huitième par chaque charge, pour en faciliter

---

(f) Les cribles cylindriques, longs de quatre à cinq pieds sur dix-huit ou vingt pouces de diamètre, montés en fil-de-fer sur un axe à rayons, sont les plus expéditifs & les meilleurs ; j'en ai fait construire plusieurs & je m'en suis servi avec avantage ; un enfant de dix ans suffit pour tourner ce crible, dans lequel le minéral coule par une trémie : le sablon le plus fin tombe au-dessous de la tête du crible, les grains de mine tombent dans le milieu, & les plus gros sables & petits cailloux vont au-delà par l'effet de la force centrifuge ; c'est de tous les moyens le plus sûr pour rendre la mine aussi nette qu'il est possible ;

la fusion ; si au contraire elle est trop mêlée de matière calcaire , on ajoutera une petite quantité , comme d'un quinzième ou d'un vingtième , de terre limonneuse , ce qui suffira pour en accélérer la fusion.

Il y a beaucoup de forges où l'on est dans l'usage de mêler les mines de différentes qualités avant de les jeter au fourneau ; cependant on doit observer que cette pratique ne peut être utile que dans des cas particuliers ; il ne faut jamais mélanger une mine très fusible avec une mine réfractaire , non plus qu'une mine en gros morceaux avec une mine en très petits grains , parce que l'une se fondant en moins de temps que l'autre , il arrive qu'au moment de la coulée , la mine réfractaire ou celle qui est en gros morceaux , n'est qu'à demi-fondue , ce qui donne une mauvaise fonte dont les parties sont mal liées ; il vaut donc mieux fondre seules les mines de quelque nature qu'elles soient , que de les mêler avec d'autres qui seroient de qualités très différentes ; mais comme les mines en grains sont à-peu-près de la même nature , la plus ou moins grande fusibilité de ces mines ne vient pas de la différente qualité des grains , & ne provient que de la nature des terres & des sables qui y sont mêlés ; si ce sable est calcaire , la fonte sera facile ; s'il est vitreux ou argileux , elle sera plus difficile : on doit corriger l'un par l'autre lorsque l'on veut mélanger ces mines au fourneau : quelques essais suffisent pour reconnoître la quantité qu'il faut ajouter de  
l'une

L'une pour rendre l'autre plus fusible ; en général, le mélange de la matière calcaire à la matière vitreuse, les rend bien plus fusibles qu'elles ne le seroient séparément.

Dans les mines en roche ou en masse, ces essais sont plus faciles : il ne s'agit que de trouver celles qui peuvent servir de fondant aux autres ; il faut briser cette mine massive en morceaux d'autant plus petits qu'elle est plus réfractaire : au reste, les mines de fer qui contiennent du cuivre doivent être rejetées, car elles ne donneroient que du fer très cassant.

La conduite du fourneau demande tout autant, & peut-être encore plus d'attention que la préparation de la mine : après avoir laissé le fourneau s'échauffer lentement pendant trois ou quatre jours, en imposant successivement sur le charbon une petite quantité de mine (environ cent livres pesant), on met en jeu les soufflets en ne leur donnant d'abord qu'un mouvement assez lent (de quatre ou cinq foulées par minute) ; on commence alors à augmenter la quantité de la mine, & l'on en met pendant les deux premiers jours, deux ou trois mesures (d'environ soixante livres chacune), sur six mesures de charbon (d'environ quarante livres pesant), à chaque charge que l'on impose au fourneau, ce qui ne se fait que quand les charbons enflammés dont il est plein ont baissé d'environ trois pieds & demi. Cette quantité de charbon qu'on impose à chaque charge étant toujours la même, on augmentera graduellement celle de la mine d'une

demi-mesure le troisième jour , & d'autant chaque jour suivant , en sorte qu'au bout de huit ou neuf jours , on imposera la charge complète de six mesures de mine sur six mesures de charbon ; mais il vaut mieux dans le commencement se tenir au-dessous de cette proportion que de se mettre au-dessus.

On doit avoir l'attention d'accélérer la vitesse des soufflets en même proportion à-peu-près qu'on augmente la quantité de mine , & l'on pourra porter cette vitesse jusqu'à dix coups par minute , en leur supposant trente pouces de foulée , & jusqu'à douze coups si la foulée n'est que de vingt-quatre ou vingt-cinq pouces ; le régime du feu dépend de la conduite du vent , & de tous deux dépendent la célérité du travail & la fusion plus ou moins parfaite de la mine : aussi dans un fourneau bien construit , tout doit-il être en juste proportion ; la grandeur des soufflets , la largeur de l'orifice de leurs *buses* , doivent être réglées sur la capacité du fourneau ; une trop petite quantité d'air feroit languir le feu , une trop grande le rendroit trop vif & dévorant ; la fusion de la mine ne se feroit dans le premier cas que très lentement & imparfaitement ; & dans le second la mine n'auroit pas le temps de se liquéfier , elle brûleroit en partie au lieu de se fondre en entier.

On jugera du résultat de tous ces effets combinés par la qualité de la *matte* ou fonte de fer que l'on obtiendra : on peut couler toutes les neuf à dix heures ; mais on fera mieux de mettre deux ou trois heures de plus



entre chaque coulée ; la mine en fusion tombe comme une pluie de feu dans le creuset où elle se tient en bain , & se purifie d'autant plus qu'elle y séjourne plus de temps ; les scories vitrifiées des matières étrangères dont elle étoit mêlée furnagent le métal fondu , & le défendent en même temps de la trop vive action du feu qui ne manqueroit pas d'en calciner la surface ; mais comme la quantité de ces scories est toujours très considérable , & que leur volume boursoufflé s'élèveroit à trop de hauteur dans le creuset , on a soin de laisser couler , & même de tirer cette matière superflue , qui n'est que du verre impur , auquel on a donné le nom de *laitier* , & qui ne contient aucune partie de métal lorsque la fusion de la mine se fait bien ; on peut en juger par la nature même de ce laitier ; car s'il est fort rouge , s'il coule difficilement , s'il est *poisseux* ou mêlé de mine mal fondue , il indiquera le mauvais travail du fourneau ; il faut que ce laitier soit coulant & d'un rouge léger en sortant du fourneau : ce rouge que le feu lui donne s'évanouit au moment qu'il se refroidit , & il prend différentes couleurs suivant les matières étrangères qui dominoient dans le mélange de la mine.

On pourra donc toutes les douze heures obtenir une gueuse ou lingot d'environ deux milliers , & si la fonte est bien liquide & d'une belle couleur de feu , sans être trop étincelante , on peut bien augurer de sa qualité ; mais on en jugera mieux en l'examinant après l'avoir couverte de poussière de charbon , & l'avoir laissé refroidir au moule

pendant six ou sept heures ; si le lingot est très sonore, s'il se casse aisément sous la masse, si la matière en est blanche & composée de lames brillantes & de gros grains à facettes, on prononcera sans hésiter, que cette fonte est de mauvaise, ou du moins de très médiocre qualité, & que pour la convertir en bon fer le travail ordinaire de l'affinerie ne seroit pas suffisant : il faudra donc tâcher de corriger d'avance cette mauvaise qualité de la fonte par le traitement au fourneau ; pour cela on diminuera d'un huitième ou même d'un sixième, la quantité de mine que l'on impose à chaque charge sur la même quantité de charbon, ce qui seul suffira pour changer la qualité de la fonte ; car alors on obtiendra des lingots moins sonores, dont la matière, au lieu d'être blanche & à gros grains, sera grise & à petits grains ferrés ; & si l'on compare la pesanteur spécifique de ces deux fontes, celle-ci pesera plus de cinq cents livres le pied cube, tandis que la première n'en pesera guère que quatre cents soixante-dix ou quatre cents soixante-quinze, & cette fonte grise à grains ferrés, donnera du bon fer au travail ordinaire de l'affinerie, où elle demandera seulement un peu plus de temps & de feu pour se liquéfier (g).

---

(g) La fonte blanche, dit M. de Grignon, est la plus mauvaise ; elle est blanche lorsqu'on surcharge le fourneau de trop de mine relativement au charbon ; elle peut aussi devenir telle par la négligence du Fondeur, lorsqu'il n'a pas attention de travailler son ouvrage pour faire descendre

Il en coûte donc plus au fourneau & plus à l'affinerie pour obtenir du bon fer que pour en faire du mauvais, & j'estime qu'avec la même mine la différence peut aller à un quart en sus; si la fabrication du mauvais fer coûte cent francs par millier, celle du bon fer coûtera cent vingt-cinq livres, & malheureusement dans le commerce, on ne

---

doucement les charges, & qu'il les laisse former une voûte au-dessus de la tuyère, & toutes les fois que la fusion n'est pas exacte, & que la mine est précipitée dans le bain sans être assez préparée, & enfin lorsque par quelque cause que ce soit, la chaleur se trouve diminuée dans le fourneau. La fonte blanche est sonore, dure & fragile; elle est très fusible au feu, mais elle donne un fer cassant, dur & *rouverain*.

La fonte qu'on appelle *truitée*, est parsemée de taches grises; elle est moins mauvaise que la fonte purement blanche: cette fonte truitée est très propre à faire de gros ouvrages, comme des enclumes; elle se travaille aisément & donne de meilleur fer que les fontes blanches.

Une fonte grise devient blanche, dure & cassante lorsqu'on la coule dans un moule humide, & à une petite épaisseur: la partie la plus mince est plus blanche que le reste; celle qui suit est truitée, & il n'y a que les endroits les plus épais dont la fonte soit grise.

La fonte grise donne le meilleur fer: il y en a de deux espèces, l'une d'un gris-cendré & l'autre d'un gris beaucoup plus foncé, tirant sur le brun-noir; la première est la meilleure; elle sort du fourneau aussi fluide que de l'eau: cette fonte grise, dans son état de perfection, donne une cristallisation régulière en la laissant re-

paie guère que dix livres, de plus le bon fer, & souvent on le néglige pour n'acheter que le mauvais : cette différence seroit encore plus grande si l'on ne regagnoit pas quelque chose dans la conversion de la bonne fonte en fer, il n'en faut qu'environ quatorze cents

---

froidir lentement pendant plusieurs jours ; elle fait une retraite très considérable sur elle même : sa cristallisation est en forme pyramidale & se termine en une pointe très aiguë ; elle se forme principalement dans les petites cavités de la fonte.

La fonte grise est moins sonore que la blanche, parce qu'elle est plus douce & que ses parties sont plus souples.

La fonte brune ou noirâtre est telle, parce qu'on a donné trop peu de mine relativement au charbon, & que la chaleur du fourneau étoit trop grande ; elle est moins pesante & plus poreuse que l'autre fonte, & plus douce à la lime ; elle s'égraine plus facilement, mais se casse plus difficilement ; elle est très dure à fondre, mais elle donne un bon fer nerveux : ses cristaux sont de la même forme que ceux de la fonte grise, mais seulement plus courts. Cette fonte brune ou noire ne réussit pas pour mouler des pièces minces, parce qu'elle ne prend pas bien les impressions, mais elle est très bonne pour de grosses pièces de résistance, comme tourillons, colliers d'arbres, &c. Il se forme beaucoup d'écailles minces & de limaille sur cette fonte noire, poreuse & soufflée : cette limaille est assez semblable à du mica noir, au sablon ferrugineux qui se trouve dans quelques mines, & qui ressemble aussi au sablon ferrugineux de la Platine ; ces petites lames sont autant de parcelles atténuées du régule de fer. *Mémoires de Physique, par M. de Grignon, pages 60 & suiv.*

pesant, tandis qu'il faut au moins quinze & souvent seize cents d'une mauvaise fonte pour faire un millier de fer. Tout le monde pourroit donc faire de la bonne fonte & fabriquer du bon fer; mais l'impôt dont il est grévé force la plupart de nos Maîtres de forges à négliger leur art, & à ne rechercher que ce qui peut diminuer la dépense & augmenter la quantité, ce qui ne peut se faire qu'en altérant la qualité. Quelques-uns d'entr'eux, pour épargner la mine, s'étoient avisés de faire broyer les crasses ou scories qui sortent du foyer de l'affinerie, & qui contiennent une certaine quantité de fer intimement mêlé avec des matières vitrifiées; par cette addition ils trouvèrent d'abord un bénéfice considérable en apparence, le fourneau rendoit beaucoup plus de fonte, mais elle étoit si mauvaise qu'elle perdoit à l'affinerie ce qu'elle avoit gagné au fourneau, & qu'après cette perte, qui compensoit le bénéfice ou plutôt le réduisoit à rien, il y avoit encore tout à perdre sur la qualité du fer qui participoit de tous les vices de cette mauvaise fonte; ce fer étoit si cendreur, si cassant qu'il ne pouvoit être admis dans le commerce.

Au reste, le produit en fer que peut donner la fonte dépend aussi beaucoup de la manière de la traiter au feu de l'affinerie : « J'ai » vu, dit M. de Grignon, dans des forges » du bas Limousin, faire avec la même » fonte, deux sortes de fer; le premier doux, » d'excellente qualité & fort supérieur à celui » du Berri, on y emploie quatorze cents

» livres de fonte ; le second est une combi-  
 » naison de fer & d'acier pour les outils  
 » aratoires, & l'on n'emploie que douze cents  
 » livres de fonte pour obtenir un millier de  
 » fer ; mais on consomme un sixième de plus  
 » de charbon que pour le premier : cette dif-  
 » férence ne provient que de la manière de  
 » poser la tuyère, & de préserver le fer du  
 » contact immédiat du vent (*h*). » Je pense  
 qu'en effet, si l'on pouvoit en affinant la  
 fonte la tenir toujours hors de la ligne du  
 vent, & environnée de manière qu'elle ne  
 fût point exposée à l'action de l'air, il s'en  
 brûleroit beaucoup moins, & qu'avec douze  
 cents ou tout au plus treize cents livres de  
 fonte, on obtiendrait un millier de fer.

La mine la plus pure, celle même dont on  
 a trié les grains un à un, est souvent intime-  
 ment mêlée de particules d'autres métaux ou  
 demi-métaux, & particulièrement de cuivre  
 & de zinc ; ce premier métal qui est fixe reste  
 dans la fonte, & le zinc, qui est volatil, se  
 sublime ou se brûle (*i*).

(*h*) Lettre de M. le Chevalier de Grignon à M. le  
 Comte de Buffon, datée de Paris, le 29 Juillet 1782.

(*i*) Il s'élève beaucoup de vapeurs qui s'étendent à une  
 grande hauteur au-dessus du *gueulard* d'un fourneau où l'on  
 fond la mine de fer ; cette vapeur prend feu au bord de  
 la surface de cette ouverture : les bords se revêtent d'une  
 poussière blanche ou jaune, qui est une matière métallique  
 décomposée & sublimée : outre cela, il se forme sur les  
 parois dans l'intérieur du fourneau, à commencer aux deux

La fonte blanche, sonore & cassante, que je réproûve pour la fabrique du bon fer, n'est guère plus propre à être moulée ; elle se boursouffle au lieu de se condenser par la retraite, & se casse au moindre choc ; mais la fonte blanchâtre, & qui commence à tirer au gris, quoique très dure & encore assez aigre, est très propre à faire des colliers d'arbres de roues, des enclumes & d'autres grosses masses qui doivent résister au frottement ou à la percussion : on en fait aussi des boulets & des bombes ; elle se moule aisé-

---

tiers environ de sa hauteur depuis la cuve, une matière brune dont la couche est légère, mais fort adhérente aux briques du fourneau ; cette matière sublimée est ferrugineuse : il y a souvent dans le brun des taches blanches & jaunâtres, & l'on y trouve dans quelques cavités de belles cristallisations en filets déliés. . . . Cette substance est la *cadmie des fourneaux* ; on en retire du zinc, ainsi ce demi-métal paroît être contenu dans la mine de fer ; il reste même du zinc dans la fonte de fer après la fusion, quoique la plus grande partie de ce demi-métal, qui ne peut souffrir une violente action du feu sans se brûler & se volatiliser, soit réduite en *lutie* vers l'ouverture du fourneau, où elle forme une suie métallique qui s'attache aux parois du fourneau, & cette suie de zinc & ce fer est le *pompholix* ; non-seulement toutes les mines de fer de Champagne, mais encore celles des autres Provinces de France, contiennent du zinc. *Mémoires de Physique, par M. de Grignon, pages 275 & suiv.* — M. Granger dit, que toutes les mines de fer brunes, opaques ou ocracées, contiennent de la chaux de zinc, & qu'il y a un passage

ment & ne prend que peu de retraite dans le moule. On peut d'ailleurs se procurer à moindres frais, cette espèce de fonte au moyen de simples fourneaux à reverbères (k), sans soufflets, & dans lesquels on emploie le charbon de terre plus ou moins épuré; comme ce combustible donne une chaleur beaucoup plus forte que celle du charbon de bois, la mine se fond & coule dans ces fourneaux aussi promptement & en plus grande quantité que dans nos hauts fourneaux, & on a l'avant-

comme insensible de ces mines à la pierre calaminaire, & réciproquement de la pierre calaminaire à ces mines de fer. On voit tous ces degrés dans le pays de Liège & dans le Duché de Limbourg : » Nous croyons, ajoute-t-il, que » cette dose de zinc, contenue dans les mines de fer, » est ce qui leur donne la facilité de produire des fers » de tant de qualités différentes, & qu'elle est peut être » plus considérable qu'on ne pense. » *Journal de Physique, mois de Septembre 1775, pages 225 & suiv.*

(k) C'est la pratique commune en plusieurs Provinces de la Grande-Bretagne où l'on fond & coule de cette manière les plus belles fontes moulées & des masses de plusieurs milliers en gros cylindres & autres formes. Nous pourrions de même faire usage de ces fourneaux dans les lieux où le charbon de terre est à portée. M. le Marquis de Luchet m'a écrit qu'il avoit fait essai de cette méthode dans les Provinces du Comté de Nassau. » J'ai mis, dit-il, dans un fourneau construit selon la méthode Angloise, cinq quintaux de mine de fer, & au bout de huit heures, la mine étoit fondue. » *Lettre de M. le Marquis de Luchet à M. le Comte de Buffon, datée*



trage de pouvoir placer ces fourneaux partout, au lieu qu'on ne peut établir que sur des courans d'eau nos grands-fourneaux à soufflets; mais cette fonte faite au charbon de terre, dans ces fourneaux de réverbère, ne donne pas du bon fer, & les Anglois, tout industrieux qu'ils sont, n'ont pu jusqu'ici parvenir à fabriquer des fers de qualité même médiocre avec ces fontes, qui vraisemblablement ne s'épurent pas assez dans ces fourneaux; & cependant j'ai vu & éprouvé moi-même qu'il étoit possible, quoiqu'assez difficile, de faire du bon fer avec de la fonte fondue au charbon de terre, dans nos hauts fourneaux à soufflets, parce qu'elle s'y épure davantage que dans ceux de réverbère.

Cette fonte faite dans des fourneaux de réverbère peut utilement être employée aux ouvrages moulés; mais comme elle n'est pas assez épurée, on ne doit pas s'en servir pour les canons d'artillerie; il faut au contraire la fonte la plus pure, & j'ai dit ailleurs (1),

---

de Ferney le 4 Mars 1775..... Je suis convaincu de la vérité de ce fait, que M. de Luchet opposoit à un fait également vrai, & que j'ai rapporté. (*Voyez dans le premier volume de mes Supplémens, l'introduction à l'Histoire des Minéraux*). C'est que la mine de fer ne se fond point dans nos fourneaux de réverbère, même les plus puissans, tels que ceux de nos verreries & glaceries; la différence vient de ce qu'on la chauffe avec du bois, dont la chaleur n'est pas à beaucoup près aussi forte que celle du charbon de terre.

(1) Voyez la partie expérimentale, Supplémens tome 2

qu'avec des précautions & une bonne conduite au fourneau, on pouvoit épurer la fonte, au point que les pièces de canon, au lieu de crever en éclats meurtriers, ne feroient que se fendre par l'effet d'une trop forte charge, & dès-lors résisteroient sans peine & sans altération à la force de la poudre aux charges ordinaires.

Cet objet étant de grande importance mérite une attention particulière ; il faut d'abord bannir le préjugé où l'on étoit, qu'il n'est pas possible de tenir la fonte de fer en fusion pendant plus de quinze ou vingt heures, qu'en la gardant plus long-temps elle se brûle, qu'elle peut aussi faire explosion, qu'on ne peut donner au creuset du fourneau une assez grande capacité pour contenir dix ou douze milliers de fonte, que ces trop grandes dimensions du creuset & de la cuve du fourneau en altéreroient, ou même en empêcheroient le travail, &c. Toutes ces idées, quoique très peu fondées & pour la plupart fausses, ont été adoptées ; on a cru qu'il falloit deux & même trois hauts fourneaux, pour pouvoir couler une pièce de trente-six & même de vingt-quatre, afin de partager en deux ou même en trois creusets, la quantité de fonte nécessaire, & ne la tenir en fusion que dix-huit ou vingt heures ; mais, indépendamment des mauvais effets de cette méthode dispendieuse & mal conçue, je puis

---

*II, in-4°. — Mémoire sur les moyens de perfectionner les canons de fonte de fer.*

assurer que j'ai tenu pendant quarante-huit heures, sept milliers de fonte en fusion dans mon fourneau, sans qu'il soit arrivé le moindre inconvénient, sans qu'elle ait bouillonné plus qu'à l'ordinaire, sans qu'elle se soit brûlée, &c. (m), & que j'ai vu claire-

---

(m) Ayant fait part de mes observations à M. le Vicomte de Morogues, & lui ayant demandé le résultat des expériences faites à la fonderie de Ruelle en Angoumois, voici l'extrait des réponses qu'il eut la bonté de me faire.

„ On a fondu à Ruelle des canons de vingt-quatre à un  
 „ seul fourneau; le creuset devoit contenir sept mille  
 „ cinq cents ou huit mille de matiere, la fusion de la  
 „ fonte ne peut pas être égale dans deux fourneaux dif-  
 „ férens, & c'est ce qui doit déterminer à ne couler qu'à  
 „ un seul fourneau.

„ On emploie environ quarante-huit heures pour la  
 „ fusion de sept mille cinq cents ou huit mille de matiere.  
 „ pour un canon de vingt-quatre; & l'on emploie vingt-  
 „ trois à vingt-quatre heures pour la fusion de trois mille  
 „ cinq cents pour un canon de huit; ainsi, la fonte de  
 „ gros canons ayant été le double du temps dans le creu-  
 „ set, il est évident qu'elle a dû se purifier davantage.

„ Il n'est pas à craindre que la fonte se brûle, lorsqu'elle  
 „ est une fois en bain dans le creuset. A la vérité, lorsqu'il y a trop de charbon, & par conséquent trop de  
 „ feu & trop peu de mine dans le fourneau, elle se brûle  
 „ en partie au lieu de fondre en entier; la fonte qui en  
 „ résulte est brune, poreuse & bourruée, & n'a pas la  
 „ consistance ni la dureté d'une bonne fonte; seulement il  
 „ faut avoir attention que la fonte dans le bain soit tou-  
 „ jours couverte d'une certaine quantité de laitier. Cette

ment que si la capacité du creuset qui s'étoit fort augmentée par un feu de six mois eût été plus grande, j'aurois pu y amasser encore autant de milliers de matière en fusion, qui n'auroit rien souffert en la laissant toujours surmontée du laitier nécessaire pour la défendre de la trop grande action du feu & du contact de l'air : cette fonte au contraire

---

„ fonte bourrue, dont nous venons de parler, est douce  
„ & se fore aisément ; mais comme elle a peu de densité & par conséquent de résistance, elle n'est pas  
„ bonne pour les canons.

„ La fonte grise à petits grains, doit être préférée à  
„ la fonte trop brune qui est trop tendre, & à la fonte  
„ blanche à gros grains, qui est trop dure & trop impure.

„ Il faut laisser le canon refroidir lentement dans son moule, pour éviter la sorte de trempe qui ne peut que donner de l'aigreur à la matière du canon : bien des gens croient néanmoins que cette surface extérieure, qui est la plus pure, donne beaucoup de force au canon.

„ Il n'y a pas long-temps que l'on tourne les pièces de canon, & qu'on les coule pleines pour les forer ensuite ; l'avantage, en les coulant pleines, est d'éviter les chambres qui se forment dans tous les canons coulés à noyaux. L'avantage de les tourner consiste, en ce qu'elles seront parfaitement centrées & d'une épaisseur égale dans toutes les parties correspondantes : le seul inconvénient du tour, est, que les pièces sont plus sujettes à la rouille que celles dont on n'a pas entamé la surface.

tendue pendant quarante-huit heures dans le creuset, n'en étoit que meilleure & plus épurée : elle pesoit cinq cents douze livres le pied cube, tandis que les fontes grises ordinaires qu'on travailloit alors à mes forges, ne pesoient que quatre cents quatre-vingt-quinze livres, & que les fontes blanches ne pesoient que quatre cents soixante-douze

---

» La plus grande difficulté est d'empêcher le canon de  
» s'arquer dans le moule ; or, le tour remédie à ce dé-  
» faut & à tous ceux qui proviennent des petites imper-  
» fections du moule.

» La première couche qui se durcit dans la fonte d'un  
» canon est la plus extérieure ; l'humidité & la fraîcheur  
» du moule lui donnent une trempe qui pénètre à une  
» ligne ou une ligne & demie dans les pièces de gros  
» calibre, & davantage dans ceux de petit calibre, parce  
» que leur surface est proportionnellement plus grande  
» relativement à leur masse : or, cette enveloppe trem-  
» pée est plus cassante, quoique plus dure que le reste  
» de la matière, elle ne lui est pas aussi bien intimement  
» unie, & semble faire un cercle concentrique, assez dis-  
» tinct du reste de la pièce ; elle ne doit donc pas aug-  
» menter la résistance de la pièce. Mais si l'on craint en-  
» core de diminuer la résistance du canon, en enlevant  
» l'écorce par le tour, il n'y aura qu'à compenser cette  
» diminution, en donnant deux ou trois lignes de plus  
» d'épaisseur au canon.

» On a observé que la matière est meilleure dans la  
» culasse des pièces que dans les volées, & cette matière  
» de la culasse est celle qui a coulé la première & qui est  
» sortie du fond du creuset, & qui, par conséquent, a

livres le pied cube (n). Il peut donc y avoir une différence de plus de trente-cinq livres par pied cube, c'est-à-dire, d'un douzième environ sur la pesanteur spécifique de la fonte de fer ; & comme sa résistance est tout au moins proportionnelle à sa densité, il s'en suit que les pièces de canon de cette fonte dense, résisteront à la charge de douze livres

---

» été tenue le plus long-temps en fusion ; au contraire ;  
 » la *masselotte* du canon, qui est la matiere qui coule  
 » la dernière, est d'une mauvaise qualité & remplie de  
 » scories.

» On doit observer, que si l'on veut fondre du canon  
 » de vingt-quatre à un seul fourneau, il seroit mieux de  
 » commencer par ne donner au creuset que les dimensions  
 » nécessaires pour couler du dix-huit, & laisser agrandir  
 » le creuset par l'action du feu, avant de couler du vingt-  
 » quatre ; & par la même raison, on fera l'ouvrage pour  
 » couler du vingt quatre, qu'on laissera ensuite agrandir  
 » pour couler du trente-six. » *Mémoire envoyé par M. le*  
*Vicomte de Morogues à M. de Buffon. Versailles le 1er.*  
*Février 1769.*

(n) J'ai fait ces épreuves à une très bonne & grande balance hydrostatique, sur des moreaux cubiques de fonte de quatre poudres, c'est-à-dire, de soixante-quatre poudres cubiques, tous également tirés du milieu des gueuses, & ensuite ajustés par la lime à ces dimensions. M. Brisson, dans sa Table des pesanteurs spécifiques, donne cinq cents quatre livres sept onces six gros de poids, à un pied cube de fonte ; cinq cents quarante-cinq livres deux onces quatre gros au fer forgé, & cinq cents quarante-sept livres quatre onces à l'acier.

de

de poudre, tandis que celles de fonte blanche & légère éclateront par l'effort d'une charge de dix à onze livres. Il en est de même de la pureté de la fonte, elle est, comme sa résistance, plus que proportionnelle à sa densité; car ayant comparé le produit en fer de ces fontes, j'ai vu qu'il falloit quinze cents cinquante des premières, & seulement treize cents vingt de la fonte épurée qui pesoit cinq cents douze livres le pied cube, pour faire un millier de fer.

Quelque grande que soit cette différence, je suis persuadé qu'elle pourroit l'être encore plus, & qu'avec un fourneau construit exprès pour couler du gros canon, dans lequel on ne verseroit que de la mine bien préparée, & à laquelle on donneroit en effet quarante-huit heures de séjour dans le creuset avec un feu toujours égal, on obtiendrait de la fonte encore plus dense, plus résistante, & qu'on pourroit parvenir au point de la rendre assez métallique pour que les pièces, au lieu de crever en éclats, ne fissent que se fendre, comme les canons de bronze, par une trop forte charge.

Car la fonte n'est dans le vrai qu'une *matte* plus ou moins mélangée de matières vitreuses; il ne s'agiroit donc que de purger cette *matte* de toutes les parties hétérogènes, & l'on auroit du fer pur; mais comme cette séparation des parties hétérogènes ne peut se faire complètement par le feu du fourneau, & qu'elle exige de plus le travail de l'homme & la percussion du marteau, tout

ce que l'on peut obtenir par le régime du feu le mieux conduit, le plus long-temps soutenu, est une fonte en régule encore plus épurée que celle dont je viens de parler ; il faut pour cela briser en morceaux cette première fonte & la faire refondre ; le produit de cette seconde fusion sera du régule, qui est une matière mitoyenne entre la fonte & le fer : ce régule approche de l'état de métallisation, il est un peu ductile, ou du moins il n'est ni cassant, ni aigre ni poreux, comme la fonte ordinaire ; il est au contraire très dense, très compact, très résistant, & par conséquent très propre à faire de bons canons.

C'est aussi le parti que l'on vient de prendre pour les canons de notre Marine ; on casse en morceaux les vieux canons ou les gueuses de fonte, on les refond dans des fourneaux d'aspiration à reverbère : la fonte s'épure & se convertit en régule par cette seconde fusion ; on a confié la direction de ce travail à M. Wilkinon, habile Artiste anglois, qui a très bien réussi. Quelques autres Artistes françois ont suivi la même méthode avec succès, & je suis persuadé qu'on aura dorénavant d'excellens canons, pourvu qu'on ne s'obstine pas à les tourner ; car je ne puis être ici de l'avis de M. le vicomte de Morogues (o), dont néanmoins je respecte les lumières, & je pense qu'en enlevant par le

---

(o) Voyez la note précédente.



tour l'écorce du canon on lui ôte sa cuirasse, c'est-à-dire, la partie la plus dure & la plus résistante de toute sa masse (p).

Cette fonte refondue ou ce régule de fer, pèse plus de cinq cents trente livres le pied cube, & comme le fer forgé pèse cinq cents quarante-cinq ou cinq cents quarante-six livres, & que la meilleure fonte ne pèse que

---

(p) Voici ce que m'a écrit à ce sujet M. de la Belouze, Conseiller au Parlement de Paris, qui a fait des expériences & des travaux très utiles dans ses forges du Nivernois. » Vous regardez, Monsieur, comme fait certain que » la fonte la plus dense, est la meilleure pour faire des » canons; j'ai hésité long-temps sur cette vérité, & j'ai » vois pensé d'abord que la fonte première, comme étant » plus légère & conséquemment plus élastique, cédant » plus facilement à l'impulsion de la poudre, devoit être » moins sujette à casser que la fonte seconde, c'est à-dire, » la fonte refondue qui est beaucoup plus pesante.

» Je n'ai décidé le sieur Frerot à les faire de fonte » refondue, que parce qu'en Angleterre on ne les fait que » de cette façon; cependant en France on ne les fond » que de fonte première. . . . La fonte refondue est beau- » coup plus pesante, car elle pèse cinq cents vingt à cinq » cents trente livres, au lieu que l'autre ne pèse que cinq » cents livres le pied cube. . . .

» Vous avez grande raison, Monsieur, de dire qu'il ne » faut pas tourner les canons. . . . La partie extérieure des » canons, c'est-à-dire, l'enveloppe, est toujours la plus » dure, & ne se fond jamais au fourneau de réverbère » & sans le ringard on retireroit presque les pièces figu- » rées comme elles étoient lorsqu'on les a mises au four.

cinq cents douze, on voit que le régule est dans l'état intermédiaire & moyen entre la fonte & le fer : on peut donc être assuré que les canons faits avec ce régule, non-seulement résisteront à l'effort des charges ordinaires, mais qu'ayant en même temps un peu de ductilité, ils se fendront au lieu d'éclater à de trop fortes charges :

On doit préférer ces nouveaux fourneaux d'aspiration à nos fourneaux ordinaires, parce qu'il ne seroit pas possible de refondre la fonte.

---

» neau. Cette enveloppe se convertit presque toute-  
 » en fer à l'affinerie; car avec onze cents ou onze-  
 » cents cinquante livres de fonte, on fait un millier de  
 » très bon fer... tandis qu'il faut quatorze cents ou  
 » quinze cents livres de notre fonte première, pour avoir  
 » un millier de fer....

» Vous desireriez, Monsieur, qu'on pût couler les ca-  
 » nons avec la fonte d'un seul fourneau; mais le poids  
 » en est trop considérable, & je ne crois pas que le sieur  
 » Wilkinfon les coule à Indret avec le jet d'un seul four-  
 » neau, sur-tout pour les canons de vingt-quatre. Le  
 » sieur Frerot ne coule que des canons de dix-huit avec  
 » le jet de deux fourneaux de pareille grandeur & dans  
 » la même exposition; il coule avec un seul fourneau les  
 » canons de douze; mais il a toujours un fourneau prêt,  
 » de la fonte duquel il peut se servir pour achever le  
 » canon, & le surplus de la fonte du second fourneau  
 » s'emploie à couler de petits canons; on ne fait pour cela  
 » que détourner le jet lorsque le plus gros canon est  
 » coulé. » *Extrait d'une Lettre de M. de la Belouze à*  
*M. de Buffon, datée de Paris, le 31 Juillet 1781.*

en gros morceaux dans ces derniers, & qu'il y a un grand avantage à se servir des premiers, que l'on peut placer où l'on veut, & sur des plans élevés où l'on a la facilité de creuser des fosses profondes, pour établir le moule du canon sans craindre l'humidité; d'ailleurs il est plus court & plus facile de réduire la fonte en régule par une seconde fusion, que par un très-long séjour dans le creuset des hauts fourneaux; ainsi, l'on a très bien fait d'adopter cette méthode pour fondre les pièces d'artillerie de notre Marine (q).

La fonte épurée autant qu'elle peut l'être dans un creuset ou refondue une seconde fois, devient donc un régule qui fait la nuance où l'état mitoyen entre la fonte & le fer; ce régule dans sa première fusion coule à-peu-près comme la fonte ordinaire; mais, lorsqu'il est une fois refroidi, il devient presque aussi infusible que le fer: le feu des volcans a quelquefois formé de ces régules de fer, & c'est ce que les Minéralogistes ont appelé mal-à-propos *fer natif*; car, comme nous l'avons dit, le fer de nature est toujours mêlé de matières vitreuses, &

---

(q) La fonderie royale que le Ministre de la Marine vient de faire établir près de Nantes en Bretagne, démontre la supériorité de cette méthode sur toutes celles qui étoient en usage auparavant, & qui étoient sujettes aux inconvéniens dont nous venons de faire mention.

n'existe que dans les roches ferrugineuses produites par le feu primitif.

La fonte de fer tenue très-long-temps dans le creuset, sans être agitée & remuée de temps en temps, forme quelquefois des bourfouflures ou cavités dans son intérieur où la matière se cristallise (r). M. de Grignon est

(r) M. de Grignon rejette avec raison, l'opinion de M. Romé Delisle, qui dans sa *Cristallographie*, prétend  
 » que l'eau tenue dans son état de fluidité & aidée du  
 » secours de l'air, est le principal & peut-être l'unique  
 » instrument de la Nature dans la formation des cristaux  
 » métalliques; qu'on ne peut attribuer la génération des  
 » cristaux métalliques à des fusions violentes qui s'opèrent  
 » dans le sein de la terre, au moyen des feux souterrains  
 » que l'on y suppose; qu'inutilement on tenteroit d'imiter  
 » ces cristaux dans nos laboratoires *par le secours du feu*  
 » *ou par la voie sèche*, plutôt que par la voie humide; qu'il  
 » ne faut pas confondre les figures ébauchées par l'art,  
 » avec les vraies formes cristallines, qui sont le produit  
 » d'une opération lente de la Nature par l'intermède de  
 » l'eau. » *Cristallographie*, pages 321 & 322. . . . M. de  
 Grignon oppose à cela des faits évidens; il a trouvé un  
 morceau de fonte de fer niché dans une masse de fonte  
 & de laitier, qui est resté en fusion pendant plusieurs  
 jours, & dont le refroidissement a été prolongé pendant  
 plus de quinze dans son fourneau. . . . On voyoit dans ce  
 morceau deux cristaux cubiques de régule de fer, & la  
 partie du milieu étoit formée d'une multitude de petits  
 cristaux de fonte de fer, que l'on peut regarder comme  
 les élémens des plus grands; ces petits cristaux étoient tous

le premier qui ait observé ces cristallisations du régule de fer, & l'on a reconnu depuis que tous les métaux & les régules des demi-

---

absolument semblables & fort réguliers dans toutes leurs parties. . . . . ils ne différoient entr'eux que par le volume. . . . .

Cet exemple fait voir, comme le dit M. de Grignon, que l'on peut parvenir à la génération des cristaux métalliques en employant des moyens convenables, c'est-à-dire, un feu véhément, & un refroidissement très lent & sans trouble; cela est non-seulement vrai pour le fer, mais pour tous les autres métaux que l'on peut également faire cristalliser au feu de nos fourneaux, comme les derniers travaux de nos Chimistes, & les régules cristallisés qu'ils ont obtenus de la plupart des métaux & demi-métaux, l'ont évidemment prouvé; ainsi, l'opinion de M. Delisle étoit bien mal fondée : tout dissolvant qui rend la matiere fluide, la dispose à la cristallisation, & elle s'opère dans les matieres fondues par le feu, comme dans celles qui sont liquéfiées par l'eau.

» Ces deux élémens, dit très bien M. de Grignon, » donnent à-peu-près les mêmes produits par des procédés » différens, avec des substances qui peuvent se modifier » également par ces deux agens; mais l'eau qui peut dis- » soudre & cristalliser les sels, charier & faciliter la con- » densation d'un métal minéralisé ou en état de décom- » position, élever la charpente des corps organisés, ne » peut concourir à donner à aucun métal, en son état de » métalléité parfaite, une forme régulière, c'est-à-dire, le » cristalliser. . . . C'est au feu, l'agent le plus actif, le plus » puissant de la Nature, que sont réservées ces impor- » tantes opérations; au lieu que l'eau y emploie une

métaux se cristallisoient de même à un feu bien dirigé & assez long temps soutenu, en sorte qu'on ne peut plus douter que la cristallisation, prise généralement, ne puisse

« longue suite de siècles. » *Mémoires de Physique*, pages 476 & suiv. — J'ai fait moi-même un essai sur la cristallisation de la fonte de fer, que je crois devoir rapporter ici. Cet essai a été fait dans un très grand creuset de mortier de fer, sur une masse d'environ deux cent cinquante livres de fonte : on avoit pratiqué vers le bas de ce creuset, un trou de huit à neuf lignes de diamètre, que l'on avoit ensuite bouché avec de la terre de coupelle : ce creuset fut placé sur une grille & entouré au bas de charbons ardents, tandis que la partie supérieure étoit défendue de la chaleur par une table circulaire de briques ; on remplit ensuite le creuset de fonte liquide, & quand la surface supérieure de cette fonte, qui étoit exposée à l'air, eut pris de la consistance, on ouvrit promptement le bas du creuset, il coula d'un seul jet plus de moitié de la fonte encore rouge, & qui laissa une grande cavité dans l'intérieur de toute la masse ; cette cavité se trouva hérissée de très-petits cristaux, dans lesquels on distinguoit, à la loupe, des faces disposées en octaèdres, mais la plupart étoient comme des trémières creuses, puis-que, avec une barbe de paille, elles se détachent & tombent en petits feuillets comme les mines de fer micacées, ce qui néanmoins est éloigné des belles cristallisations de M. de Grignon, & annonce que, dans cette opération, le refroidissement fut encore trop prompt ; car, il est bon de le répéter, ce n'est que par un refroidissement très lent que la fonte en fusion peut prendre une forme cristallisée.

à opérer

s'opérer par l'élément du feu comme par celui de l'eau.

Le fer est de tous les métaux celui dont l'état varie le plus ; tous les fluides , à l'exception du mercure , l'attaquent & le rongent ; l'air sec produit à sa surface une rouille légère qui , en se durcissant , fait l'effet d'un vernis impénétrable & assez ressemblant au vernis des bronzes antiques : l'air humide forme une rouille plus forte & plus profonde , de couleur d'ocre : l'eau produit avec le temps , sur le fer qu'on y laisse plongé , une rouille noire & légère. Toutes les substances salines font de grandes impressions sur ce métal & le convertissent en rouille : le soufre fait fondre en un instant le fer rouge de feu & le change en pyrite , enfin l'action du feu détruit le fer ou du moins l'altère , dès qu'il a pris sa parfaite métallisation ; un feu très véhément le vitrifie ; un feu moins violent , mais long-temps continué , le réduit en colcotar pulvérulent ; & lorsque le feu est à un moindre degré , il ne laisse pas d'attaquer à la longue la substance du fer , & en réduit la surface en lames minces & en écailles. La fonte de fer est également susceptible de destruction par les mêmes élémens ; cependant l'eau n'a pas autant d'action sur la fonte que sur le fer , & les plus mauvaises fontes , c'est-à-dire , celles qui contiennent le plus de parties vitreuses , sont celles sur lesquelles l'air humide & l'eau font le moins d'impression.

Après avoir exposé les différentes qualités de la fonte de fer & les différentes altérations que la seule action du feu peut lui faire

subir jusqu'à sa destruction; il faut reprendre cette fonte au point où notre art la convertit en une nouvelle matière que la Nature ne nous offre nulle part sous cette forme, c'est-à-dire, en fer & en acier, qui de toutes les substances métalliques sont les plus difficiles à traiter, & doivent, pour ainsi dire, toutes leurs qualités à la main & au travail de l'homme; mais ce sont aussi les matières qui, comme par dédommagement, lui sont les plus utiles & plus nécessaires que tous les autres métaux, dont les plus précieux n'ont de valeur que par nos conventions, puisque les hommes qui ignorent cette valeur de convention, donnent volontiers un morceau d'or pour un clou; en effet, si l'on estime les matières par leur utilité physique, le sauvàge a raison, & si nous les estimons par le travail qu'elles coûtent, nous trouverons encore qu'il n'a pas moins raison : que de difficultés à vaincre ! que de problèmes à résoudre ! combien d'arts accumulés les uns sur les autres ne faut-il pas pour faire ce clou ou cette épingle dont nous faisons si peu de cas ? D'abord de toutes les substances métalliques la mine de fer est la plus difficile à fondre (*f*) ; il s'est passé bien des siècles

---

(*s*) *Nota.* Il y a quelques mines de cuivre pyriteuses qui sont encore plus longues à traiter que la mine de fer; il faut neuf ou dix grillages préparatoires à ces mines de cuivre pyriteuses, avant de les réduire en *mattes*, & faire subir à cette matre l'action successive de trois, quatre & cinq feux avant d'obtenir du cuivre noir; enfin il faut



avant qu'on en ait trouvé les moyens : on fait que les Péruviens & les Mexicains n'avoient en ouvrages travaillés que de l'or, de l'argent, du cuivre & point de fer ; on fait que les armes des anciens peuples de l'Asie, n'étoient que de cuivre, & tous les Auteurs s'accordent à donner l'importante découverte de la fusion de la mine de fer aux habitans de l'île de Crète, qui, les premiers, parvinrent aussi à forger le fer dans les cavernes du mont Ida (1), quatorze cents ans environ avant l'Ere chrétienne. Il faut en effet un feu violent & en grand volume pour fondre la mine de fer & la faire couler en lingots, & il faut un second feu tout aussi violent pour ramollir cette fonte ; il faut en même temps la travailler avec des ringards de fer avant de la porter sous le marteau

encore fondre & purifier ce cuivre noir, avant qu'il ne devienne cuivre rouge, & tel qu'on puisse le verser dans le commerce ; ainsi, certaines mines de cuivre exigent encore plus de travail que les mines de fer pour être réduites en métal ; mais ensuite le cuivre se prête bien plus aisément que le fer à toutes les formes qu'on veut lui donner.

(1) Hésiode cité par Pline, *lib. VII, cap. LVI*. — Strabon, *lib. X*. — Diodore de Sicile, *lib. XV, cap. V*. — Clément d'Alexandrie, *lib. I. page 307*. — Eusèbe, *préparation Evangélique*. — Enfin, dans les marbres d'Oxford, l'invention du fer est rapportée à l'année 1432 avant l'Ere chrétienne.

pour la forger & en faire du fer , en sorte qu'on n'imagine pas trop comment ces Crétois , premiers inventeurs du fer forgé , ont pu travailler leurs fontes , puisqu'ils n'avoient pas encore d'outils de fer ; il est à croire qu'après avoir ramolli les fontes au feu , il les ont de suite portées sous le marteau , où elles n'auront d'abord donné qu'un fer très-impur dont ils auront fabriqué leurs premiers instrumens ou ringards , & qu'ayant ensuite travaillé la fonte avec ces instrumens , ils seront parvenus peu-à-peu au point de fabriquer du vrai fer ; je dis peu-à-peu , car , lorsqu'après ces difficultés vaincues on a forgé cette barre de fer , ne faut-il pas ensuite la ramollir encore au feu pour la couper sous des tranchans d'acier & la séparer en petites verges , ce qui suppose d'autres machines , d'autres fourneaux , puis enfin un art particulier pour réduire ces verges en clous , & un plus grand art si l'on veut en faire des épingles ? que de temps , que de travaux successifs ce petit exposé ne nous offre-t-il pas ! Le cuivre qui , de tous les métaux après le fer , est le plus difficile à traiter , n'exige pas à beaucoup près autant de travaux & de machines combinées ; comme plus ductile & plus souple , il se prête à toutes les formes qu'on veut lui donner ; mais on sera toujours étonné que d'une terre métallique , dont on ne peut faire avec le feu le plus violent qu'une fonte aigre & cassante , on soit parvenu à force d'autres feux & de machines appropriées , à tirer & réduire en

filz déliés cette matière revêche, qui ne devient métal & ne prend de la ductilité, que sous les efforts de nos mains.

Parcourons, sans trop nous arrêter, la suite des opérations qu'exigent ces travaux; nous avons indiqué ceux de la fusion des mines; on coule la fonte en gros lingots ou gueuses dans un sillon de quinze à vingt pieds de longueur sur sept à huit pouces de profondeur, & ordinairement on les laisse se coaguler & se refroidir dans cette espèce de moule qu'on a soin d'humecter auparavant avec de l'eau; les surfaces inférieures du lingot prennent une trempe par cette humidité, & sa surface supérieure se trempe aussi par l'impression de l'air: la matière en fusion demeure donc encore liquide dans l'intérieur du lingot, que ses faces extérieures ont déjà pris de la solidité par le refroidissement; l'effort de cette chaleur, beaucoup plus forte en dedans & au centre qu'à la circonférence du lingot, le force à se courber, sur-tout s'il est de fonte blanche, & cette courbe se fait dans le sens où il y a le moins de résistance, c'est-à-dire en haut, parce que la résistance est moindre qu'en bas & vers les côtés; on peut voir, dans mes Mémoires (*u*), combien de temps la matière reste liquide à l'intérieur après que les surfaces se sont consolidées.

D'ordinaire on laisse la gueuse ou lingot se refroidir au moule pendant six ou sept

---

(*u*) Voyez le Mémoire sur la fusion des mines de fer. Supplémens, tome II.

heures, après quoi on l'enlève, & on est obligé de le faire peser pour payer un droit très onéreux d'environ six livres quinze sous par millier de fonte, ce qui fait plus de dix livres par chaque millier de fer; c'est le double du salaire de l'Ouvrier auquel on ne paie que cinq livres pour la façon d'un millier de fer; & d'ailleurs ce droit que l'on perçoit sur les fontes cause encore une perte réelle, & une grande gêne, par la nécessité où l'on est de laisser refroidir le lingot pour le peser, ce que l'on ne peut faire tant qu'il est rouge de feu; au lieu qu'en le tirant du moule au moment qu'il est consolidé, & le mettant sur des rouleaux de pierre pour entrer encore rouge au feu de l'affinerie, on épargneroit tout le charbon que l'on consume pour le réchauffer à ce point lorsqu'il est refroidi: or un impôt, qui non-seulement grève une propriété d'industrie qui devroit être libre, telle que celle d'un fourneau, mais qui gêne encore le progrès de l'art, & force en même temps à consommer plus de matière combustible qu'il ne seroit nécessaire, cet impôt, dis-je, a-t-il été bien assis, & doit-il subsister sous une administration éclairée?

Après avoir tiré du moule le lingot refroidi, on le fait entrer, par l'une de ses extrémités, dans le feu de l'affinerie où il se ramollit peu-à-peu, & tombe ensuite par morceaux, que le Forgeron réunit & pétrit avec des ringards pour en faire une loupe de soixante à quatre-vingts livres de poids; dans ce travail, la matière s'épure & laisse

couler des scories par le fond du foyer ; enfin lorsqu'elle est assez pétrie , assez maniée & chauffée jusqu'au blanc , on la tire du feu de l'affinerie avec de grandes tenailles , & on la jette sur le sol pour la frapper de quelques coups de masse , & en séparer , par cette première percussion , les scories qui souvent s'attachent à sa surface , & en même temps pour en rapprocher toutes les parties intérieures , & les préparer à recevoir la percussion plus forte du gros marteau , sans se détacher ni se séparer , après quoi on porte avec les mêmes tenailles , cette loupe sous un marteau de sept à huit cents livres pesant , & qui peut frapper jusqu'à cent dix & cent vingt coups par minute ; mais dont on ménage le mouvement pour cette première fois , où il ne faut que comprimer la masse de la loupe par des coups assez lents : car , dès qu'elle a perdu son feu vif & blanc , on la reporte au foyer de l'affinerie pour lui donner une seconde chaude ; elle s'y épure encore & laisse couler de nouveau quelques scories ; & lorsqu'elle est une seconde fois chauffée à blanc , on la porte de même du foyer sur l'enclume , & on donne au marteau un mouvement de plus en plus accéléré , pour étendre cette pièce de fer en une barre ou bande qu'on ne peut achever que par une troisième , quatrième , & quelquefois une cinquième chaude ; cette percussion du marteau purifie la fonte en faisant sortir au dehors les matières étrangères dont elle étoit encore mêlée , & elle rapproche en même temps , par une forte compression , toutes les

parties du métal qui , quand il est pur & bien traité , se présente en fibres nerveuses toutes dirigées dans le sens de la longueur de la barre , mais qui n'offre au contraire que de gros grains ou des lames à facettes lorsqu'il n'a pas été assez épuré , soit au fourneau de fusion , soit au foyer de l'affinerie ; & c'est par ces caractères très simples , que l'on peut toujours distinguer les bons fers des mauvais en les faisant casser ; ceux-ci se brisent au premier coup de masse , tandis qu'il en faut plus de cent pour casser une pareille bande de fer nerveux , & que souvent même il faut l'entamer avec un ciseau d'acier pour la rompre.

Le fer une fois forgé devient d'autant plus difficile à refondre , qu'il est plus pur & en plus gros volume ; car on peut assez aisément faire fondre les vieilles ferrailles réduites en plaques minces ou en petits morceaux : il en est de même de la limaille ou des écailles de fer (x) ; on peut en faire d'excellent fer ,

---

(x) On met dans le foyer de l'affinerie , un lit de charbon & de ferrailles alternativement , & lorsque le creuset de l'affinerie est plein , on le recouvre d'une forte quantité de charbon : on met le feu au charbon & l'on donne une grande vitesse aux soufflets ; on remet du nouveau charbon à mesure qu'il s'affaisse ; on y mêle d'autres ferrailles , & l'on continue ainsi jusqu'à ce que le creuset contienne une loupe d'environ quatre-vingts livres ; il n'est pas nécessaire de remuer & travailler cette loupe aussi souvent que celle qui provient de la gueuse ; mais il

soit pour le titer en fil-d'archal, soit pour en faire des canons de fusil, ainsi qu'on le pratique depuis long-temps en Espagne. Comme c'est un des emplois du fer qui de-

---

fait jeter des scories dans le creuset & entretenir un bain pour empêcher le fer de brûler; il faut aussi modérer la vivacité de la flamme en jettant de l'eau dessus, ce qui concentre la chaleur dans le foyer; la loupe étant formée, on arrête le vent & on la tire du creuset; elle est d'un rouge-blanc très vif; on la porte sous le marteau pour en faire d'abord un bloc de quelques pouces de longueur, après quoi on la remet au feu, & on fait une barre par une seconde ou troisième chaude. Le déchet, tant au feu qu'au marteau, est d'un quart environ.

Il y a quelque choix à faire dans les vieilles ferrailles; les clous à latte ne sont pas bons à être refondus: toutes les ferrailles plates ou torfes sont bonnes; les fers qui résultent des ferrailles refondues sont très ductiles & très bons; on en fait des canons de fusil, tout l'art consiste à bien souder ce fer, en lui donnant le juste degré de feu nécessaire. Les écailles qui se lèvent & se séparent de ce fer, sont elles-mêmes du bon fer, qu'on peut encore refondre & souder ensemble & avec d'autre fer; il faut seulement les mêler avec une égale quantité de ferrailles plus solides, pour les empêcher de s'éparpiller dans le feu. La limaille de fer humectée, prend corps & devient en peu de jours, une masse dure qu'on brise en morceaux gros comme des noix, & en les mêlant avec d'autres vieilles ferrailles, elles donnent de très bon fer.

Qu'on prenne une barre de fer large de deux à trois pouces, épaisse de deux à trois lignes, qu'on la chauffe au rouge, & qu'avec la panne du marteau on y pratique:

mande le plus de précaution, & que l'on n'est pas d'accord sur la qualité des fers qu'il faut préférer pour faire de bons canons de fusil, j'ai tâché de prendre sur cela des con-

---

dans sa longueur, une cannelure ou cavité, qu'on la plie sur elle-même pour la doubler ou corroyer, l'on remplira ensuite la cannelure des écailles ou paillettes en question; on lui donnera une chaude douce d'abord en rabattant les bords, pour empêcher qu'elles ne s'échappent, & on battra la barre comme on le pratique pour corroyer le fer, avant de la chauffer à blanc; on la chauffera ensuite blanche & fondante, & la pièce soudera à merveille; on la cassera à froid, & l'on n'y verra rien qui annonce que la soudure n'ait pas été complète & parfaite, & que toutes les parties de fer ne se soient pas pénétrées réciproquement, sans laisser aucun espace vide. J'ai fait cette expérience aisée à répéter, qui doit rassurer sur les pailles, soit qu'elles soient plates ou qu'elles aient la forme d'aiguille, puisqu'elles ne sont autre chose que du fer, comme la barre avec laquelle on les incorpore & où elles ne forment plus qu'un même corps avec elle.

J'ai fait nettoyer avec soin le creuset d'une grosse forge, & l'ayant rempli de charbon de bois, & donné l'eau aux soufflets, j'ai, lorsque le feu a été vif, fait jeter par-dessus de ces paillettes ou exfoliations: après avoir successivement rechargé de charbon & de pailles de fer pendant une heure & demie, j'ai fait découvrir l'ouvrage. J'ai observé que ces pailles, qui sont aussi déliées que du talc, trempées par l'air, très légères & très cassantes, n'étant pas assez solides pour se fixer & s'unir ensemble, devoient être entièrement détruites pour la plupart; les autres formoient de petites masses éparpillées, qui n'ont



noissances exactes, & j'ai prié M. de Montbeillard, Lieutenant-colonel d'Artillerie & Inspecteur des armes à Charleville & Maubeuge, de me communiquer ce que sa longue expérience lui avoit appris à ce sujet; on

---

pu se joindre & former une seule loupe, comme le font les ferrailles qui ont du corps & de la consistance. J'ai fait jeter dans l'eau froide une de ces petites masses, prise dans le creuset, & l'ayant mise au feu d'une petite forge au charbon de terre, & battue à petits coups lorsqu'elle a été couleur de cerise, toutes les parties s'en sont réunies. Je l'ai fait chauffer encore au même degré, & battre de même, après quoi on l'a chauffée blanc & étirée; on l'a cassée lorsqu'elle a été refroidie, & il s'est trouvé un fer parfait & tout de nerf.

Si l'on veut réunir ces pailles dans le creuset & en former une seule loupe, il faut les mêler avec un sixième ou plus de ferrailles, qui tombant les premières, serviront de base sur laquelle elles se fixeront au lieu de s'éparpiller, & feront corps avec elles. Sans cette précaution, l'extrême légèreté de ces écailles ne leur permettant pas d'opposer à l'agitation violente de l'intérieur du creuset, une résistance suffisante, une partie sera entièrement détruite, & le reste se dispersera & ne pourra se réunir qu'en petites masses, comme cela est arrivé; mais il résulte toujours de ces deux expériences, que ces écailles, pailles ou lames, comme on voudra les appeler, sont de fer, & qu'elles ne peuvent en aucune manière & dans aucun cas, empêcher la soudure de deux parties de fer qu'on veut réunir. *Note communiquée par M. de Montbeillard, Lieutenant-colonel d'Artillerie, au mois de Mai 1770.*

verra dans la note ci-dessous (y), que les canons de fusil ne doivent pas être faits, comme on pourroit l'imaginer, avec du fer qui auroit acquis toute sa perfection, mais

---

(y) Le fer qui passe pour le plus excellent, c'est-à-dire, d'une belle couleur blanche tirant sur le gris, entièrement composé de nerfs ou de couches horizontales, sans mélange de grains, est de tous les fers celui qui convient le moins : observons d'abord qu'on chauffe la barre à blanc pour en faire la macquette, qui est chauffée à son tour pour faire la lame à canon; cette lame est ensuite roulée dans sa longueur, & chauffée blanche à chaque ponce & demi deux ou trois fois, & souvent plus, pour souder le canon; que peut-il résulter de toutes ces chaudes ainsi multipliées sur chaque point, & qui sont indispensables? Nous avons supposé le fer parfait & tout de nerf; s'il est parfait il n'a plus rien à gagner, & l'action d'un feu aussi violent ne peut que lui faire perdre de sa qualité, qu'il ne reprend jamais en entier, malgré le recuit qu'on lui donne. Je conçois donc que le feu, dirigé par le vent des soufflets, coupe les nerfs en travers, qui deviennent des grains d'une espèce d'autant plus mauvaise que le fer a été chauffé blanc plus souvent, & par conséquent plus desséché : j'ai fait quelques expériences qui confirment bien cette opinion. Ayant fait tirer plusieurs lames à canon du quarré provenu de la loupe à l'affinerie & les ayant cassées à froid, je les trouvai toutes de nerf & de la plus belle couleur, je fis faire un morceau de barre à la suite du même lopin, duquel je fis faire des lames à canon, qui cassées à froid, se trouverent mi-parties de nerfs & de grains; ayant fait tirer une barre du reste du quarré, je la pliai à un bout & la corroyai, & en ayant fait faire

seulement avec du fer qui puisse encore en acquérir par le feu qu'il doit subir pour prendre la forme d'un canon de fusil.

Mais revenons au fer qui vient d'être

---

des macquettes & ensuite des lames, elles ne présentèrent plus que des grains à leur fracture & d'une qualité médiocre...

Etant aux forges de Mouzon, je fis faire une macquette & une lame au bout d'une barre de fer, presque toutes d'un bon grain avec très peu de nerf; l'extrémité de la lame cassée à froid, a paru mêlée de beaucoup de nerf, & le canon qui en a été fabriqué a plié comme de la baleine; on ne l'a cassé qu'à l'aide du ciseau & avec la plus grande difficulté : la fracture étoit toute de nerf.

Ayant vu un canon qui cassa comme du verre, en le frappant sur une enclume, & qui montrait en totalité de très gros & vilains grains, sans aucune partie de nerf, on m'a présenté la barre avec laquelle la macquette & la lame qui avoient produit ce canon avoient été faites, laquelle étoit entièrement de très beau nerf; on a tiré une macquette au bout de cette barre, sans la plier & corroyer, laquelle s'est trouvée de nerf avec un peu de grain; ayant plié & corroyé le reste de cette barre, dont on fit une macquette, elle a montré moins de nerf & plus de grains que celle qui n'avoit pas été corroyée; suivons cette opération; la barre étoit toute de nerf, la macquette, tirée au bout sans la doubler, avoit déjà un peu de grains; celle tirée de la même barre pliée & corroyée, avoit encore plus de grains, & enfin un canon, provenant de cette barre pliée & corroyée, étoit tout de grains larges & brillans comme le mauvais fer, & elle a cassé comme du verre. Néanmoins je ne prétends

forgé, & qu'on veut préparer pour d'autres usages encore plus communs; si on le destine à être fendu dans sa longueur pour en faire des clous & autres menus ouvrages,

---

pas conclure de ce que je viens d'avancer, qu'on doive préférer pour la fabrication des canons de fusil, le fer aigre & cassant, je suis bien loin de le penser; mais je crois pouvoir assurer, d'après un usage journalier & constant, que le fer le plus propre à cette fabrication, est celui qui présente, en le cassant à froid, le tiers ou la moitié de nerf, & les deux autres tiers ou la moitié de grains d'une bonne espèce, petits, sans ressembler à ceux de l'acier, & blancs en tirant sur le gris; la partie nerveuse se détruit ou s'altère aux différens feux successifs que le fer essuie sur chaque point, & la partie de grain devient nerveuse en s'étendant sous le marteau, & remplace l'autre.

Les axes de fer qui supportent nos meules de grès, pesant sept à huit milliers, étant faits de différentes mises rapportées & soudées les unes d'après les autres, on a grand soin de mélanger pour les fabriquer, des fers de grains & de nerf; si on n'employoit que celui de nerf, il n'y a point d'axe qui ne cassât.

Le canon de fusil qui résulte du fer ainsi mi-parti de grains & de nerf, est excellent & résistera à de très vives épreuves. . . . Si on a des ouvrages à faire avec du fer préparé en échantillon, de manière que quelques chaudes douces fussent pour fabriquer la pièce, le fer de nerf doit être préféré à tous les autres, parce qu'on ne risque pas de l'altérer par des chaudes vives & répétées, qui sont nécessaires pour souder. *Suite de la note communiquée par M. de Montbeillard, Lieutenant-colonel d'Artillerie.*

il faut que les bandes n'aient que de cinq à huit lignes d'épaisseur sur vingt-cinq à trente de largeur ; on met ces bandes de fer dans un fourneau de réverbère qu'on chauffe au feu de bois, & lorsqu'elles ont acquis un rouge vif de feu, on les tire du fourneau & on les fait passer, les unes après les autres, sous les *espatards* ou cylindres pour les aplatir, & ensuite sous des taillans d'acier, pour les fendre en longues verges quarrées de trois, cinq & six lignes de grosseur ; il se fait une prodigieuse consommation de ce fer en verge, & il y a plusieurs forges en France, où l'on en fait annuellement quelques centaines de milliers. On préfère pour le feu de ce fourneau ou four de fenderie, les bois blancs & mous aux bois de chêne & autres bois durs, parce que la flamme en est plus douce, & que le bois de chêne contient de l'acide qui ne laisse pas d'altérer un peu la qualité du fer : c'est par cette raison qu'on doit, autant qu'on le peut, n'employer le charbon de chêne qu'au fourneau de fusion, & garder les charbons de bois blanc pour les affineries & pour les fours de fenderie & de batteries ; car la cuisson du bois de chêne en charbon, ne lui enlève pas l'acide dont il est chargé, & en général le feu du bois radoucit l'aigreur du fer, & lui donne plus de souplesse & un peu plus de ductilité qu'il n'en avoit au sortir de l'affinerie dont le feu n'est entretenu que par du charbon. L'on peut faire passer à la fenderie des fers de toute qualité ; ceux qui sont les plus aigres servent à faire des petits clous à latte qui ne plient

pas, & qui doivent être plutôt cassans que souples; les verges de fer doux sont pour les clous des Maréchaux, & peuvent être passées par la filière pour faire du gros fil-de-fer, des anes de chaudières, &c.

Si l'on destine les bandes de fer forgé à faire de la tôle, on les fait de même passer au feu de la fenderie, & au lieu de les fendre sur leur longueur, on les coupe en travers dès qu'elles sont ramollies par le feu, ensuite on porte ces morceaux coupés sous le martinet pour les élargir, après quoi on les met dans le fourneau de la batterie, qui est aussi de réverbère, mais qui est plus large & moins long que celui de la fenderie, & que l'on chauffe de même avec du bois blanc; on y laisse chauffer ces morceaux de fer, & on les en tire en les mettant les uns sur les autres, pour les élargir en les battant à plusieurs fois, sous un gros marteau, jusqu'à les réduire en feuillets d'une demi-ligne d'épaisseur; il faut pour cela du fer doux: j'ai fait de la très bonne tôle avec de vieilles ferrailles; néanmoins le fer ordinaire, pourvu qu'il soit nerveux, bien *sucé* & sans pailles, donnera aussi de la bonne tôle en la faisant au feu de bois, au lieu qu'au feu de charbon ce même fer ne donneroit que de la tôle cassante.

Il faut aussi du fer doux & nerveux pour faire au martinet, du fer de cinq ou six lignes, bien quarré, qu'on nomme du *carillon*, & des verges ou tringles rondes du même diamètre: j'ai fait établir deux de ces martinets, dont l'un frappe trois cents douze coups

coups par minute ; cette grande rapidité est doublement avantageuse , tant par l'épargne du combustible & la célérité du travail , que par la perfection qu'elle donne à ces fers.

Enfin il faut un fer de la meilleure qualité , & qui soit en même temps très ferme & très ductile pour faire du fil-de-fer , & il y a quelques forges en Lorraine , en Franche-comté , &c. où le fer est assez bon pour qu'il puisse passer successivement par toutes les filières , depuis deux lignes de diamètre jusqu'à la plus étroite , au sortir de laquelle le fil-de-fer est aussi fin que du crin : en général , le fer qu'on destine à la filière doit être tout de nerf & ductile dans toutes ses parties ; il doit être bien *jué* , sans pailles sans soufflures & sans grains apparens. J'ai fait venir des Ouvriers de la Lorraine-Allemande , pour en faire à mes forges , afin de connoître la différence du travail & la pratique nécessaire pour forger ce fer de filerie ; elle consiste principalement à purifier la loupe au feu de l'affinerie , deux fois au lieu d'une , à donner à la pièce une chaude ou deux de plus qu'à l'ordinaire , & à n'employer dans tout le travail , qu'une petite quantité de charbon à-la-fois , réitérée souvent , & enfin à ne forger des barreaux que de douze au treize lignes en quarré , en les faisant suer à blanc à chaque chaude ; j'ai eu , par ces procédés , des fers que j'ai envoyés à différentes fileries où ils ont été tirés en fils-de-fer avec succès.

Il faut aussi du fer de très bonne qualité pour faire la tôle mince dont ont fait le fer-

blanc ; nous n'avons encore en France que quatre manufactures en ce genre , dont celle de Bains en Lorraine est la plus considérable ( 7 ) : on fait que c'est en étamant la tôle , c'est-à-dire , en la recouvrant d'étain que l'on fait le fer-blanc ; il faut que l'étoffe de cette tôle soit homogène & très souple pour qu'elle puisse se plier & se rouler , sans se fendre ni se gercer , quelque mince qu'elle soit : pour arriver à ce point , on commence par faire de la tôle à la manière ordinaire , & on la bat successivement sous le marteau , en mettant les feuilles en *doublons* , les unes sur les autres jusqu'au nombre de soixante quatre , & lorsqu'on est parvenu à rendre ces feuilles assez minces , on les coupe avec de grands ciseaux pour les séparer , les ébarber & les rendre quarrées ; ensuite on plonge ces feuilles une à une , dans des eaux *sûres* ou aigres pour les *décaper* , c'est-à dire , pour leur enlever la petite couche noirâtre dont se couvre le fer chaque fois qu'il est soumis à l'action du feu , & qui empêcheroit l'étain de s'attacher au fer ; ces eaux aigres se font au moyen d'une certaine quantité de farine de seigle & d'un peu d'alun qu'on y mêle ; elles enlèvent cette couche noire du fer , & lorsque les feuilles sont bien nettoyées , on

( 7 ) Il s'en étoit élevé une à *Morambert* en Franche-comté , qui n'a pu se soutenir , parce que les Fermiers-généraux n'ont pas voulu se relâcher sur aucun des droits auxquels cette manufacture étoit assujettie , comme étant établie dans une Province réputée étrangère.



les plonge verticalement dans un bain d'étain fondu & mêlé d'un peu de cuivre; il faut auparavant recouvrir le bain de cet étain fondu, avec une couche épaisse de suif ou de graisse, pour empêcher la surface de l'étain de se réduire en chaux : cette graisse prépare aussi les surfaces du fer à bien recevoir l'étain, & on en retire la feuille presque immédiatement après l'avoir plongée, pour laisser égoutter l'étain superflu; après quoi on la frotte avec du son sec; afin de la dégraisser, & enfin il ne reste plus qu'à dresser ces feuilles de fer étamées avec des maillets de bois, parce qu'elles se sont courbées & voilées par la chaleur de l'étain fondu.

On ne croiroit pas que le fer le plus souple & le plus ductile, fût en même temps celui qui se trouve le plus propre pour être converti en acier, qui, comme l'on fait, est d'autant plus cassant qu'il est plus parfait; néanmoins l'étoffe du fer dont on veut faire de l'acier par cémentation, doit être la même que celle du fer de filerie, & l'opération par laquelle on le convertit en acier, ne fait que hacher les fibres nerveuses de ce fer, & lui donner encore un plus grand degré de pureté, en même temps qu'il se pénètre & se charge de la matière du feu qui s'y fixe : je m'en suis assuré par ma propre expérience; j'ai fait établir pour cela un grand fourneau d'aspiration, & d'autres plus petits, afin de ménager la dépense de mes essais, & j'ai obtenu des aciers de bonne qualité, que quelques Ouvriers de Paris ont pris pour de l'acier d'Angleterre; mais j'ai constamment observé

qu'on ne réussissoit qu'autant que le fer étoit pur, & que, pour être assuré d'un succès constant, il falloit n'employer que des fers de la plus excellente qualité, ou des fers rendus tels par un travail approprié; car les fers ordinaires, même les meilleurs de ceux qui sont dans le commerce, ne sont pas d'une qualité assez parfaite pour être convertis par la cémentation en bon acier; &, si l'on veut ne faire que de l'acier commun, l'on n'a pas besoin de recourir à la cémentation, car, au lieu d'employer du fer forgé, on obtiendra de l'acier comme on obtient du fer, avec la seule fonte, & seulement en variant les procédés du travail, & les multipliant à l'affinerie & au marteau. (a).

---

(a) Pour obtenir de l'acier avec la fonte de fer, on met dans le foyer beaucoup de petits charbons & du poussier que l'on humecte, afin qu'il soit plus adhérent, & des scories légères & fluides.... On presse davantage la fusion.... Le bain est toujours couvert de scories, & on ne les fait point écouler.... De cette manière, la matière du fer reposant sur du charbon en a le contact immédiat par-dessous.... La force & la violence du feu achève de séparer les parties terreuses, qui, rencontrant les scories, sont corps avec elles & s'y accrochent; mais le déchet est plus grand, car on n'obtient en acier que la moitié de la fonte, tandis qu'en fer on en obtient les deux tiers.

A mesure que l'acier est purgé de ses parties terreuses; il résiste davantage au feu & se durcit; lorsqu'il a acquis une consistance suffisante à pouvoir être coupé & à sup-

On doit donc distinguer des aciers de deux fortes ; le premier qui se fait avec la fonte de fer ou avec le fer même , & sans cémentation ; le second que l'on fait avec le fer en employant un ciment ; tous deux se détériorent également , & perdent leur qualité par des chaudes répétées , & la pratique par laquelle on a cru remédier à ce défaut , en donnant à chaque morceau de fer la forme de la pièce qu'on veut convertir en acier , a elle-même son inconvénient ; car celles de ces pièces , comme sabres , couteaux , ra-

---

porter les coups de marteau , l'opération est finie , on le retire ; mais le fer & l'acier que l'on retire ainsi de ces deux opérations , sont rarement purs , & assez bons pour tous les usages du commerce . . . Car l'acier que l'on retire du fer de fonte , peut être uni à quelques portions de fer qui le rendent inégal , de sorte qu'il n'aura pas la même dureté dans toutes les parties . . . Cependant on n'en fait pas d'autre en Allemagne , & c'est pourquoi l'on préfère les limes d'Angleterre , qui sont d'acier de fonte . . . Pour faire l'acier cimenté , il ne faut employer que du fer de bonne qualité , & tout fer qui est difficile à fonder , qui se gerce ou qui est pailleux , doit être rejeté . . . *Voyages métallurgiques de M. Jars , page 24 & suiv. . .* Le même M. Jars , après avoir donné ailleurs la méthode dont on se sert en Suède pour tirer de l'acier par la fonte , ajoute que les Anglois tirent de Danemora , le fer qu'ils convertissent en acier par cémentation , qu'ils le payent quinze livres par cent de plus que les autres fers ; que ce fer de Danemora est marqué *OO* , & que les Suédois ne sont pas encore parvenus à faire d'aussi bon acier cimenté que les Anglois . *Idem , pages 28 & suiv. .*

foirs, &c. qui sont plus minces dans le tranchant que dans le dos, seront trop acier dans la partie mince, & trop fer dans l'autre, & d'ailleurs les petites boursofflures qui s'élèvent à leur surface rendroient ces pièces défectueuses : il faut de plus que l'acier cémenté soit corroyé, *sué* & soudé pour avoir de la force & du corps ; en sorte que ce procédé de forger les pièces, avant de les mettre dans le ciment, ne peut convenir que pour les morceaux épais, dont on ne veut convertir que la surface en acier.

Pour faire de l'acier avec la fonte de fer, il faut commencer par rendre cette fonte aussi pure qu'il est possible avant de la tirer du fourneau de fusion ; & pour cela si l'on met huit mesures de mine pour faire de la fonte ordinaire, il n'en faudra mettre que six par charge sur la même quantité de charbon, afin que la fonte en devienne meilleure : on pourra aussi la tenir plus longtemps en bain dans le creuset, c'est-à-dire, quinze ou seize heures au lieu de douze, elle achèvera pendant ce temps de s'épurer ; ensuite on la coulera en petites gueuses ou lingots, & pour la dépurer encore davantage, on fera fondre une seconde fois ce lingot dans le feu de l'affinerie ; cette seconde fusion lui donnera la qualité nécessaire pour devenir du bon acier au moyen du travail suivant.

On remettra au feu de l'affinerie cette fonte épurée pour en faire une loupe qu'on portera sous le marteau lorsqu'elle sera rougie à blanc, on la traitera comme le fer or-

dinaire, mais seulement sous un plus petit marteau, parce qu'il faut aussi que la loupe soit assez petite, c'est-à-dire, de vingt-cinq à trente livres seulement; on en fera un barreau carré de dix ou onze lignes au plus, & lorsqu'il sera forgé & refroidi, on le cassera en morceaux longs d'environ un pied, que l'on remettra au feu de l'affinerie, en les arrangeant en forme de grille, les uns sur les autres; ces petits barreaux se ramolliront par l'action du feu, & se souderont ensemble; l'on en fera une nouvelle loupe que l'on travaillera comme la première, & qu'on portera de même sous le marteau, pour en faire un nouveau barreau qui sera peut-être déjà de bon acier; & même si la fonte a été bien épurée, on aura de l'acier assez bon dès la première fois; mais supposé que cette seconde fois l'on n'ait encore que du fer, ou du fer mêlé d'acier, il faudra casser de nouveau le barreau en morceaux, & en former encore une loupe au feu de l'affinerie, pour la porter ensuite au marteau, & obtenir enfin une barre de bon acier. On sent bien que le déchet doit être très considérable, & d'ailleurs cette méthode de faire de l'acier ne réussit pas toujours; car il arrive assez souvent qu'en chauffant plusieurs fois ces petites barres on n'obtient pas de l'acier, mais seulement du fer nerveux: ainsi, je ne conseillerois pas cette pratique, quoiqu'elle m'ait réussi, vu qu'elle doit être conduite fort délicatement, & qu'elle expose à des pertes. Celle que l'on suit en Carinthie, pour faire de même de l'acier par la seule dépuracion

de la fonte, est plus sûre, & même plus simple : on observe d'abord de faire une première fonte, la meilleure & la plus pure qu'il se peut; cette fonte est coulée en *floss*, c'est-à-dire, en gâteaux d'environ six pieds de long sur un pied de large, & trois à quatre pouces d'épaisseur; cette *floss* est portée & présentée par le bout, à un feu animé par des soufflets, qui la fait fondre une seconde fois, & couler dans un creuset placé sous le foyer. Tout le fond de ce creuset est rempli de poudre de charbon bien battue; on en garnit de même les parois, & par-dessus la fonte l'on jette du charbon & du laitier pour la couvrir : après six heures de séjour dans le creuset (*b*), la fonte étant bien épurée de son laitier, on en prend une loupe d'environ cent quarante à cent cinquante livres, que l'on porte sous le marteau pour être divisée en deux ou trois *massets*, qui sont ensuite chauffés & étirés en barres, qui, quoique brutes, sont de bon acier, & qu'il ne faut que porter à la batterie pour y recevoir des chaudes successives, & être mises sous le martinet qui leur donne la forme (*c*). Il me paroît que le succès

(*b*) Six pour la première loupe, & seulement cinq ou quatre pour les suivantes, le creuset étant plus embrasé.

(*c*) Voyez les Voyages métallurgiques de M. Jars, tome I, pages 61 & suiv. où ces procédés de la conversion de la fonte en acier, en Stirie & en Carinthie, sont détaillés très au long.

de cette opération tient essentiellement à ce que la fonte soit environnée d'une épaisseur de poudre de charbon, qui, de cette manière, produit une sorte de cémentation de la fonte, & la sature de feu fixe, tout comme les bandes de fer forgé en sont saturées dans la cémentation proprement dite, dont nous allons exposer les procédés.

Cette conversion du fer en acier, au moyen de la cémentation, a été tentée par nombre d'Artistes, & réussit assez facilement dans de petits fourneaux de chimie ; mais elle présente plusieurs difficultés lorsqu'on veut travailler en grand, & je ne sache pas que nous ayons en France, d'autres fourneaux que celui de Néronville en Gâtinois, où l'on convertisse à-la-fois jusqu'à soixante-quinze & quatre-vingt milliers de fer en acier, & encore cet acier n'est peut-être pas aussi parfait que celui qu'on fait en Angleterre ; c'est ce qui a déterminé le Gouvernement à charger M. de Grignon, de faire, dans ses forges & au fourneau de Néronville, des essais en grand, afin de connoître quelles sont les provinces du Royaume dont les fers sont les plus propres à être convertis en acier par la voie de la cémentation : les résultats de ces expériences ont été imprimés dans le Journal de Physique, du mois de Septembre 1782 ; on en peut voir l'extrait dans la note ci-dessous (d) : & voici

---

(d) En 1780, M. de Grignon fut chargé par le Gouvernement, de faire des expériences en grand, pour dé-

*Minéraux, Tome IV.* X

ce que ma propre expérience m'avoit fait connoître avant ces derniers essais.

J'ai fait chauffer au feu de bois , dans le fourneau de la fenderie , plusieurs bandes de mon fer de la meilleure qualité , & qui avoit été travaillé comme les barreaux qu'on

---

terminer quelles sont les Provinces du Royaume qui produisent les fers les plus propres à être convertis en acier par la cémentation. M. le Comte de Buffon offrit ses forges & le grand fourneau qu'il avoit fait construire pour les mêmes opérations , & on y fit arriver des fers du Comté de Foix , du Roussillon , du Dauphiné , de l'Alsace , de la Franche-comté , des Trois-Evêchés , de Champagne , de Berri , de Suède , de Russie & d'Espagne.

Tous ces fers furent réduits au même échantillon , & placés dans la caisse de cémentation ; leur poids total étoit de quatre mille sept cents deux livres , & on les enveloppa de vingt-quatre pieds cubes de poudre de cémentation : on mit ensuite le feu au fourneau , & on le soutint pendant cent cinquante-sept heures consécutives , dont trente-sept heures de petit feu , vingt-quatre de feu médiocre , & quatre-vingt-seize heures d'un feu si actif , qu'il fondit les briques du revêtement du fourneau , du diaphragme , des arceaux , & de la voûte supérieure où sont les tuyaux aspiratoires. . . .

Lorsque le fourneau fut refroidi , & que le fer fut retiré de la caisse , on en constata le poids qui se trouva augmenté de soixante - une livres , mais une partie de cette augmentation de poids provient de quelques parcelles de matières du ciment , qui restent attachées à la surface des barres. M. de Grignon , pour constater précisément l'accroissement du poids acquis par la cémentation , sou-



envoyoit aux fileries pour y faire du fil-de-fer, & j'ai fait chauffer au même feu & en même temps, d'autres bandes de fer moins épuré, & tel qu'il se vend dans mes forges pour le commerce; j'ai fait couper à chaud toutes ces bandes en morceaux longs de deux

---

mit dans une expérience subséquente, cinq cents livres de fer en barres, bien décapé, & il fit écurer de même les barres au sortir de la cémentation, pour enlever la matière charbonneuse qui s'y étoit attachée, & il se trouva six livres & demie d'excédant, qui ne peut être attribué qu'au principe qui convertit le fer en acier; principe qui augmente non-seulement le poids du fer, mais encore le volume de dix lignes & demie par cent pouces de longueur des barres, indépendamment du soulèvement de l'étoffe du fer qui forme les ampoules que M. de Grignon attribue à l'air, & même à l'eau interposée dans le fer, & s'il étoit possible d'estimer le poids de cet air & de l'eau que la violente chaleur fait sortir du fer, le poids additionnel du principe qui se combine au fer dans sa conversion en acier, se trouveroit encore plus considérable.

Le fourneau de Buffon, quoique très solidement construit, s'étant trouvé détruit par la violence du feu, M. de Grignon prit le parti d'aller à la Manufacture de Néronville, faire une autre suite d'expérience, qui lui donna les mêmes résultats qu'il avoit obtenus à Buffon.

Les différentes qualités de fer soumis à la cémentation, ont éprouvé des modifications différentes & dépendantes de leur caractère particulier.

Le premier effet que l'on apperçoit, est cette multitude d'ampoules qui s'élèvent sur les surfaces; cette quan-

pieds, parce que la caisse de mon premier fourneau d'essais, où je voulois les placer pour les convertir en acier, n'avoit que deux pieds & demi de longueur sur dix-huit pouces de largeur, & autant de hauteur. On commença par mettre sur le fond de la caisse,

---

tité est d'autant plus grande que l'étoffe du fer est plus désumie par des pailles, des gerçures & des fentes.

Les fers les mieux étoffés, dont la pâte est pleine & homogène, sont moins sujets aux ampoules : ceux qui n'ont que l'apparence d'une belle fabrication, c'est-à-dire, qui sont bien unis, bien fués au-dehors, mais dont l'affinage primitif n'a pas bien lié la pâte, sont sujets à produire une très grande quantité de bulles.

Les fers cémentés ne sont pas les seuls qui soient sujets aux ampoules ; les tôles & les fers noirs préparés pour l'étamage, sont souvent défectueux pour les mêmes causes.

La couleur bleue, plus ou moins forte dont se couvrent les surfaces des barres de fer soumises à la céméntation, est l'effet d'une légère décomposition superficielle ; plus cette couleur est intense, plus on a lieu de soupçonner l'acier de vivacité, c'est-à-dire, de supersaturation : ce défaut s'annonce aussi par un son aigu que rend l'acier *poule* lorsqu'on le frappe ; le son grave au contraire annonce dans l'acier des parties ferreuses, & le bon acier se connoît par un son soutenu, ondulant & timbré.

Le fer cémenté en passant à l'état d'acier, devient sonore, & devient aussi très fragile, puisque l'acier *poule* ou *boursofflé*, est plus fragile que l'acier corroyé & trempé, sans que le premier ait été refroidi par un passage subit du chaud au froid : le fer peut donc être rendu

une couche de charbon en poudre de deux pouces d'épaisseur, sur laquelle on plaça, une à une, les petites bandes de fer de deux pieds de longueur; de manière qu'elles ne se touchoient pas, & qu'elles étoient séparées les unes des autres par un intervalle de

---

fragile par deux causes diamétralement opposées, qui sont le feu & l'eau; car le fer ne devient acier que par une superfaturation du feu fixe, qui en s'incorporant avec les molécules du fer, en coupe & rompt la fibre, & la convertit en grains plus ou moins fins; & c'est ce feu fixe, introduit dans le fer cémenté, qui en augmente le poids & le volume.

M. de Grignon observe que tous les défauts dont le fer est taché, & qui proviennent de la fabrication même ou du caractère des mines, ne sont point détruits par la cémentation, qu'au contraire ils ne deviennent que plus apparens, que c'est pour cette raison que si l'on veut obtenir du bon acier par la cémentation, il faut nécessairement choisir les meilleurs fers, les plus parfaits, tant par leur essence que par leur fabrication; puisque la cémentation ne purifie pas le fer, & ne lui enlève pas les corps hétérogènes dont il peut être allié ou par amalgame ou par interposition: l'acier, selon lui, n'est point un fer plus pur, mais seulement un fer superfaturé de feu fixe, & il y a autant d'aciers défectueux que de mauvais fers.

M. de Grignon observe les degrés de perfection des différens fers convertis en acier dans l'ordre suivant.

Les fers d'Alsace sont ceux de France qui produisent les aciers les plus fins pour la pâte; mais ces aciers ne sont pas si nets que ceux des fers de roche en Cham-

plus d'un demi-pouce ; on mit ensuite sur ces bandes , une autre couche d'un pouce d'épaisseur de poudre de charbon , sur laquelle on posa de même d'autres bandes de fer , & ainsi alternativement des couches de charbon & des bandes de fer , jusqu'à ce que la caisse

---

pagne , qui sont mieux fabriqués que ceux d'Alsace : quoique les fers de Berry soient en général plus doux que ceux de Champagne & de Bourgogne , ils ont donné les aciers les moins nets , parce que leur étoffe n'est pas bien liée ; & il a remarqué qu'en général , les fers les plus doux à la lime , tels que ceux de Berri & de Suède , donnent des aciers beaucoup plus vifs que les fers fermes à la lime & au marteau , & que les derniers exigent une cémentation plus continuée & plus active. Il a reconnu que les fers de Sibérie donnoient un acier très difficile à traiter , & défectueux par la désunion de son étoffe ; que ceux d'Espagne donnent un acier propre à des ouvrages qui exigent un beau poli ; & il conclut qu'on peut faire de très bon acier fin avec les fers de France , en soignant leur fabrication : il désigne en même temps les Provinces qui fournissent les fers qui sont les plus susceptibles de meilleur acier dans l'ordre suivant : Alsace , Champagne , Dauphiné , Limosin , Roussillon , Comté de Foix , Franche-comté , Lorraine , Berri & Bourgogne.

Il seroit fort à désirer que le Gouvernement donnât des encouragemens pour élever des Manufactures d'acier dans ces différentes Provinces , non seulement pour l'acier par la cémentation , mais aussi pour la fabrication des aciers naturels , qui sont à meilleur compte que les premiers , & d'un plus grand usage dans les arts , sur-tout dans les arts de première nécessité.

fût remplie à trois pouces près dans toute sa hauteur ; on remplit ces trois derniers pouces vides , d'abord avec deux pouces de poudre de charbon , sur laquelle on amoncela en forme de dôme , autant de poudre de grès qu'il pouvoit en tenir sur la caisse sans s'ébouler ; cette couverture de poudre de grès , sert à préserver la poudre de charbon de l'atteinte & de la communication du feu. Il faut aussi avoir soin que les bandes de fer ne touchent , ni par les côtés ni par les extrémités , aux parois de la caisse dont elles doivent être éloignées & séparées par une épaisseur de deux pouces de poudre de charbon : on a soin de pratiquer dans le milieu d'une des petites faces de la caisse , une ouverture où l'on passe , par les dehors , une bande de huit ou dix pouces de longueur & de même épaisseur que les autres , pour servir d'indice ou d'éprouvette ; car en retirant cette bande de fer au bout de quelques jours de feu , on juge par son état de celui des autres bandes renfermées dans la caisse , & l'on voit , en examinant cette bande d'épreuve , à quel point est avancée la conversion du fer en acier.

Le fond & les quatre côtés de la caisse doivent être de grès pur , ou de très bonnes briques bien jointes & bien luttées avec de l'argile ; cette caisse porte sur une voûte de briques , sous laquelle s'étend la flamme d'un feu qu'on entretient continuellement sur un *tisar* à l'ouverture de cette voûte , le long de laquelle on pratique des tuyaux aspiratoires , de six pouces en six pouces , pour at-

tirer la flamme & la faire circuler également tout autour de la caisse, au-dessus de laquelle doit être une autre voûte où la flamme, après avoir circulé, est enfin emportée rapidement par d'autres tuyaux d'aspiration, aboutissant à une grande & haute cheminée. Après avoir réussi à ces premiers essais, j'ai fait construire un grand fourneau de même forme, & qui a quatorze pieds de longueur sur neuf de largeur & huit de hauteur, avec deux *tisars* en fonte de fer sur lesquels on met le bois qui doit être bien sec, pour ne donner que de la flamme sans fumée; la voûte inférieure communique à l'entour de la caisse par vingt-quatre tuyaux aspiratoires, & la voûte supérieure communique à la grande cheminée par cinq autres tuyaux : cette cheminée est élevée, de trente pieds au-dessus du fourneau, & elle porte sur de grosses gueuses de fonte. Cette construction démontre assez que c'est un grand fourneau d'aspiration où l'air, puissamment attiré par le feu, anime la flamme & la fait circuler avec la plus grande rapidité ; on entretient ce feu sans interruption pendant cinq ou six jours, & dès le quatrième on tire l'éprouvette pour s'assurer de l'effet qu'il a produit sur les bandes de fer qui sont dans la caisse de cémentation; on reconnoîtra, tant aux petites boursoufflures qu'à la cassure de cette bande d'épreuve, si le fer est près ou loin d'être converti en acier, & d'après cette connoissance l'on fera cesser ou continuer le feu ; & lorsqu'on jugera que la conversion est achevée, on laissera refroidir le fourneau; après quoi on fera

une ouverture vis-à-vis le dessus de la caisse, & on en tirera les bandes de fer qu'on y avoit mises, & qui dès-lors seront converties en acier.

En comparant ces bandes, les unes avec les autres, j'ai remarqué, 1<sup>o</sup>. que celles qui étoient de bon fer épuré, avoient perdu toute apparence de nerf, & présentoient à leur cassure un grain très fin d'acier, tandis que les bandes de fer commun conservoient encore de leur étoffe de fer, ou ne présentoient qu'un acier à gros grains; 2<sup>o</sup>. qu'il y avoit à l'extérieur beaucoup plus, & de plus grandes boursoufflures sur les bandes de fer commun que sur celles de bon fer; 3<sup>o</sup>. que les bandes voisines des parois de la caisse, n'étoient pas aussi-bien converties en acier que les bandes situées au milieu de la caisse; & que de même les extrémités de toutes les bandes étoient de moins bon acier que les parties du milieu.

Le fer, dans cet état, au sortir de la caisse de cémentation, s'appelle de l'acier *boursoufflé*; il faut ensuite le chauffer très doucement, & ne lui donner qu'un rouge couleur de cerise, pour le porter sous le martinet & l'étendre en petits barreaux; car, pour peu qu'on le chauffe un peu trop, il s'éparpille & l'on ne peut le forger: il y a aussi des précautions à prendre pour le tremper; mais j'excédrois les bornes que je me suis prescrites dans mes Ouvrages sur l'Histoire Naturelle, si j'entrois dans de plus grands détails sur les différens arts du travail du fer; peut-être même trouvera-t-on que je me suis

déjà trop étendu sur l'objet du fer en particulier ; je me bornerai donc aux inductions que l'on peut tirer de ce qui vient d'être dit.

Il me semble qu'on pourroit juger de la bonne ou mauvaise qualité du fer par l'effet de la cémentation ; on fait que le fer le plus pur est aussi le plus dense, & que le bon acier l'est encore plus que le meilleur fer ; ainsi l'acier doit être regardé comme du fer encore plus pur que le meilleur fer : l'un & l'autre ne sont que le même métal dans deux états différens, & l'acier est, pour ainsi dire, un fer plus métallique que le simple fer ; il est certainement plus pesant, plus magnétique, d'une couleur plus foncée, d'un grain beaucoup plus fin & plus serré, & il devient à la trempe bien plus dur que le fer trempé ; il prend aussi le poli le plus vif & le plus beau : cependant, malgré toutes ces différences, on peut ramener l'acier à son premier état de fer, par des cemens d'une qualité contraire à celle des cemens dont on s'est servi pour le convertir en acier, c'est-à-dire, en se servant de matières absorbantes, telles que les substances calcaires, au lieu de matières inflammables, telle que la poudre de charbon dont on s'est servi pour le cémenter.

Mais, dans cette conversion du fer en acier, quels sont les élémens qui causent ce changement, & quelles sont les substances qui peuvent le subir ? indépendamment des matières vitreuses, qui sans doute restent dans le fer en petite quantité, ne contient-il pas aussi des particules de zinc & d'autres



matières hétérogènes (e) ? le feu doit détruire ces molécules de zinc, ainsi que celles des matières vitreuses pendant la cémentation, & par conséquent, elle doit achever de purifier le fer ; mais il y a quelque chose de plus, car si le fer, dans cette opération qui change sa qualité, ne faisoit que perdre sans rien acquérir, s'il se délivroit en effet de toutes ses impuretés, sans remplacement, sans acquisition d'autre matière, il deviendrait nécessairement plus léger ; or je me suis assuré que ces bandes de fer, devenues acier par la cémentation, loin d'être plus légères sont spécifiquement plus pesantes, & que par

---

(e) Le zinc contenu dans les mines de fer, ne se montre pas seulement dans la cadmie qui se sublime dans l'intérieur du foyer supérieur du fourneau de fonderie ; mais encore la *chapelle*, la *poitrine*, les *maratres* & le *gueulard* du fourneau, sont enduits d'une poudre sous diverses couleurs, qui n'est que de la *tuthie* & du *pompholix* ; tout le zinc ne se sépare pas du minéral dans la fusion ; il en reste encore une partie considérable combinée avec le fer dans la fonte, ce que j'ai prouvé en démontrant le zinc contenu dans les grappes qui se subliment & s'attachent à la *mérade* des affineries. . . . . J'en ai aussi reconnu dans les travaux que j'ai visités en Champagne, Bourgogne, Franche-comté, Alsace, Lorraine & Luxembourg, & j'ai appris depuis que l'on en trouve dans plusieurs autres Provinces, d'où l'on peut inférer que le zinc est un demi-métal ami du fer, & qu'il entre peut être dans sa composition. *Mémoires de Physique, par M. de Grignon, pages 18. & 19. de la Préface.*

conséquent elles acquièrent plus de matière qu'elles n'en perdent ; dès-lors quelle peut donc être cette matière , si ce n'est la substance même du feu qui se fixe dans l'intérieur du fer , & qui contribue encore plus que la bonne qualité ou la pureté de fer à l'essence de l'acier ?

La trempe produit dans le fer & l'acier des changemens qui n'ont pas encore été assez observés ; & quoiqu'on puisse ôter à tous deux l'impression de la trempe en les recuisant au feu , & les rendre à-peu-près tels qu'ils étoient avant d'avoir été trempés , il est pourtant vrai qu'en les trempant & les chauffant plusieurs fois de suite , on altère leur qualité. La trempe à l'eau froide rend le fer cassant ; l'action du froid pénètre à l'intérieur , rompt & hache le nerf , & le convertit en grains ; j'ai vu , dans mes forges , que les Ouvriers accoutumés à tremper dans l'eau la partie de la barre qu'ils viennent de forger afin de la refroidir promptement , ayant dans un temps de forte gelée suivi leur habitude , & trempé toutes leurs barres dans l'eau presque glacée , elles se trouvèrent cassantes au point d'être rebutées des Marchands ; la moitié de la barre qui n'avoit point été trempée étoit de bon fer nerveux , tandis que l'autre moitié qui avoit été trempée à la glace n'avoit plus de nerf , & ne présentait qu'un mauvais grain. Cette expérience est très certaine , & ne fut que trop répétée chez moi , car il y eut plus de deux cents barres dont la seconde moitié étoit la seule bonne , & l'on fut obligé de casser

toutes ces barres par le milieu, & reforge toutes les parties qui avoient été trempées, afin de leur rendre le nerf qu'elles avoient perdu.

A l'égard des effets de la trempe sur l'acier, personne ne les a mieux observés que M. Perret, & voici les faits, ou plutôt les effets essentiels que cet habile Artiste a reconnus (f). « La trempe change la forme des » pièces minces d'acier, elle les voile & » les courbe en différens sens ; elle y produit des cassures & des gerçures ; ces derniers effets sont très communs, néanmoins » très préjudiciables : ces défauts proviennent de ce que l'acier n'est pas forgé avec » assez de régularité, ce qui fait que passant » rapidement du chaud au froid, toutes les » parties ne reçoivent pas avec égalité l'impression du froid. Il en est de même, si » l'acier n'est pas bien pur ou contient quelques corps étrangers ; ils produiront nécessairement des cassures... Le bon acier » ne casse à la première trempe que quand il » est trop écroui par le marteau, celui qu'on » n'écrouit point du tout, & qu'on ne forge que chaud, ne casse point à la première » trempe, & l'on doit remarquer que l'acier » prend du gonflement à chaque fois qu'on le chauffe.... Plus on donne de trempe à » l'acier, & plus il s'y forme de cassures,

---

(f) Mémoire sur les effets des cassures que la trempe occasionne à l'acier, par M. Perret, Correspondant de l'Académie de Béliers.

» car la matière de l'acier ne cesse de tra-  
» vailler à chaque trempe. L'acier fondu  
» d'Angleterre, se gerce de plusieurs cas-  
» sures, & celui de Styrie, non-seulement  
» se casse, mais se crible par des trempes  
» réitérées... Pour prévenir l'effet des cas-  
» sures, il faut chauffer couleur de cerise,  
» la pièce d'acier, & la tremper dans du  
» suif en l'y laissant jusqu'à ce qu'elle ait  
» perdu son rouge ; on peut au lieu de suif  
» employer toute autre graisse, elle pro-  
» duira le même effet, & préservera l'acier  
» des cassures que la trempe à l'eau ne man-  
» que pas de produire. On donnera si l'on  
» veut ensuite une trempe à l'ordinaire à la  
» pièce d'acier, ou l'on s'en tiendra à la seule  
» trempe du suif : l'Artiste doit tâcher de  
» conduire son travail de manière qu'il ne  
» soit obligé de tremper qu'une fois ; car  
» chaque trempe altère de plus en plus la  
» matière de l'acier : au reste, la trempe au  
» suif ne durcit pas l'acier, & par conséquent  
» ne suffit pas pour les instrumens tranchans  
» qui doivent être très durs ; ainsi, il faudra  
» les tremper à l'eau après les avoir trem-  
» pés au suif. On a observé que la trempe  
» à l'huile végétale, donne plus de dure-  
» té que la trempe au suif ou à toute autre  
» graisse animale, & c'est sans doute parce  
» que l'huile contient plus d'eau que la  
» graisse. »

L'écrouissement que l'on donne aux mé-  
taux les rend plus durs, & occasionne en par-  
ticulier, les cassures qui se font dans le fer  
& l'acier ; la trempe augmente ces cassures,

& ne manque jamais d'en produire dans les parties qui ont été les plus *écrouies*, & qui sont par conséquent devenues les plus dures : l'or, l'argent, le cuivre battus à froid s'écrouissent, & deviennent plus durs & plus élastiques sous les coups réitérés du marteau ; il n'en est pas de même de l'étain & du plomb qui, quoique battus fortement & long-temps, ne prennent point de dureté ni d'élasticité ; on peut même faire fondre l'étain en le faisant frapper sous un martinet prompt, & on rend le plomb si mou & si chaud qu'il paroît aussi prêt à se fondre : mais je ne crois pas, avec M. Perret, qu'il existe une matière particulière que la percussion fait entrer dans le fer, l'or, l'argent & le cuivre, & que l'étain ni le plomb ne peuvent recevoir ; ne suffit-il pas que la substance de ces premiers métaux soit par elle-même plus dure que celle du plomb & de l'étain pour qu'elle le devienne encore plus par le rapprochement de ses parties ? la percussion du marteau ne peut produire que ce rapprochement, & lorsque les parties intégrantes d'un métal sont elles-mêmes assez dures pour ne se point écraser, mais seulement se rapprocher par la percussion, le métal écroui deviendra plus dur & même élastique, tandis que les métaux, comme le plomb & l'étain dont la substance est molle jusque dans ses plus petits atomes, ne prendront ni dureté ni ressort, parce que les parties intégrantes étant écrasées par la percussion, n'en feront que plus molles, ou plutôt ne changeront pas de nature ni de propriété, puisqu'elles s'étendront au lieu de

se resserrer & de se rapprocher. Le marteau ne fait donc que comprimer le métal en détruisant les pores ou interstices qui étoient entre ses parties intégrantes, & c'est par cette raison, qu'en remettant le métal écroui dans le feu dont le premier effet est de dilater toute substance, les interstices se rétablissent entre les parties du métal, & l'effet de l'écrouissement ne subsiste plus.

Mais, pour en revenir à la trempe, il est certain qu'elle fait un effet prodigieux sur le fer & l'acier; la trempe dans l'eau très froide, rend, comme nous venons de le dire, le meilleur fer tout-à-fait cassant, & quoique cet effet soit beaucoup moins sensible lorsque l'eau est à la température ordinaire, il est cependant très vrai qu'elle influe sur la qualité du fer, & qu'on doit empêcher le Forgeron de tremper sa pièce encore rouge de feu pour la refroidir, & même il ne faut pas qu'il jette une grande quantité d'eau dessus en la forgeant, tant qu'elle est dans l'état d'incandescence; il en est de même de l'acier, & l'on fera bien de ne le tremper qu'une seule fois dans l'eau à la température ordinaire.

Dans certaines contrées où le travail du fer est encore inconnu, les Nègres, quoique les moins ingénieux de tous les hommes, ont néanmoins imaginé de tremper le bois dans l'huile ou dans des graisses dont ils le laissent s'imbiber, ensuite ils l'enveloppent avec de grandes feuilles, comme celles de bananier, & mettent sous de la cendre chaude les instrumens de bois qu'ils veulent rendre tranchans,

chans; la chaleur fait ouvrir les pores du bois qui s'imbibe encore plus de cette graisse; & lorsqu'il est refroidi, il paroît lisse, sec, luisant, & il est devenu si dur qu'il tranche & perce comme une arme de fer : des zagaies de bois dur & trempé de cette façon, lancées contre des arbres à la distance de quarante pieds, y entrent de trois ou quatre pouces, & pourroient traverser le corps d'un homme; leurs haches de bois trempées de même, tranchent tous les autres bois (g). On fait d'ailleurs qu'on fait durcir le bois en le passant au feu, qui lui enlève l'humidité qui cause en partie sa mollesse; ainsi, dans cette trempé à la graisse ou à l'huile sous la cendre chaude, on ne fait que substituer aux parties aqueuses du bois une substance qui lui est plus analogue & qui en rapproche les fibres de plus près.

L'acier trempé très dur, c'est-à-dire à l'eau froide, est en même temps très cassant; on ne s'en sert que pour certains ouvrages, & en particulier pour faire des outils qu'on appelle *brunissoirs*, qui étant d'un acier plus dur que tous les autres aciers, servent à lui donner le dernier poli (h),

(g) Note communiquée, en 1774. par M. de Renne ancien Capitaine de vaisseau de la Compagnie des Indes.

(h) On fait que c'est avec de la potée ou chaux d'étaïn délayée dans de l'esprit-de-vin que l'on polit l'acier, mais les Anglois emploient un autre procédé pour lui donner le poli noir & brillant dont ils font un secret. M. Perret,

Au reste, on ne peut donner le poli vif, brillant & noir qu'à l'espèce d'acier qu'on appelle *acier fondu*, & que nous tirons d'Angleterre; nos artistes ne connoissent pas les moyens de faire cet excellent acier; ce n'est pas qu'en général il ne soit assez facile de fondre l'acier; j'en ai fait couler à mes fourneaux d'aspiration plus de vingt livres en fusion très parfaite, mais la difficulté consiste à traiter & à forger cet acier fondu, cela demande les plus grandes précautions, car:

---

dont nous venons de parler, paroît avoir découvert ce secret, du moins il est venu à bout de polir l'acier à-peu-près aussi-bien qu'on le polit en Angleterre; il faut pour cela broyer la potée sur une plaque de fonte de fer bien unie & polie, on se sert d'un brunissoir de bois de noyer, sur lequel on colle un morceau de peau de buffle, qu'on a précédemment lissé avec la pierre-ponce, & qu'on imprègne de potée délayée à l'eau-de-vie. Ce polissoir doit être monté sur une roue de cinq à six pieds de diamètre pour donner un mouvement plus vif. La matiere que M. Perret a trouvée la meilleure pour polir parfaitement l'acier est l'acier lui-même fondu avec du soufre, & ensuite réduit en poudre. M. de Grignon assure que le colcotar retiré du vitriol après la distillation de l'eau forte, est la matiere qui donne le plus beau poli noir à l'acier; il faut laver ce colcotar encore chaud plusieurs fois, & le réduire au dernier degré de finesse par la décantation; il faut aussi qu'il soit entièrement dépouillé de ses parties salines qui formeroient des taches bleuâtres sur le poli; il paroît que M. *Langlois* est de nos Artistes, celui qui a le mieux réussi à donner ce beau poli noir à l'acier.



ordinairement il s'éparpille en étincelles au seul contact de l'air, & se réduit en poudre sous le marteau.

Dans les fileries on fait les filières qui doivent être de la plus grande dureté, avec une forte d'acier qu'on appelle *acier sauvage*; on le fait fondre, & au moment qu'il se coagule on le frappe légèrement avec un marteau à main, & à mesure qu'il prend du corps on le chauffe & on le forge en augmentant graduellement la force & la vitesse de la percussion, & on l'achève en le forgeant au martinet. On prétend que c'est par ce procédé que les Anglois forgent leur acier fondu, & on assure que les Asiatiques travaillent de même leur acier en pain qui est aussi d'excellente qualité. La fragilité de cet acier fondu est presque égale à celle du verre, c'est pourquoi il n'est bon que pour certains outils, tels que les rasoirs, les lancettes, &c. qui doivent être très tranchans & prendre le plus de dureté & le plus beau poli; mais il ne peut servir aux ouvrages qui, comme les lames d'épées, doivent avoir du ressort; & c'est par cette raison que dans le Levant (i).

---

(i) Les mines d'acier de Perse produisent beaucoup: car l'acier n'y vaut que sept sous la livre. Cet acier est fin, ayant le grain fort menu & délié, qualité qui naturellement & sans artifice le rend dur comme le diamant; mais, d'autre côté, il est cassant comme du verre. Et, comme les Artisans Persans ne lui savent pas bien donner la trempe, il n'y a pas moyen d'en faire des ressorts ni des ouvrages déliés & délicats: il prend pourtant une

comme en Europe, les lames de fabre & d'épée se font avec un acier mélangé d'un peu d'étoffe de fer qui lui donne de la souplesse & de l'élasticité.

Les Orientaux ont mieux que nous le petit art de damasser l'acier. (k) ; cela ne se fait

fort bonne trempe dans l'eau froide ; ce qu'on fait en l'enveloppant d'un linge mouillé au lieu de le jeter dans une auge d'eau, après quoi on le fait chauffer sans le rougir tout-à-fait. Cet acier ne se peut point non plus allier avec le fer, & si on lui donne le feu trop chaud, il se brûle & devient comme de l'écume de charbon ; on le mêle avec l'acier des Indes, qui est plus doux & qui est beaucoup plus estimé. Les Persans appellent l'une & l'autre sorte d'acier, *poulard*, *janherder*. & *acier ondé*, pour le distinguer d'avec l'acier d'Europe. C'est de cet acier-là qu'ils font leurs belles lames damassées ; ils les fondent en pain rond comme le creux de la main & en petits bâtons carrés. *Voyage de Chardin en Perse, &c. Amsterdam 1711, tome II, page 23.*

(k) Les Persans savent parfaitement bien damasser avec le vitriol les ouvrages d'acier, comme fabres, couteaux, &c. . . mais la nature de l'acier dont ils se servent y contribue beaucoup. Cet acier s'apporte de Golconde, & c'est le seul qui se puisse bien damasser, aussi est-il différent du nôtre ; car quand on le met au feu pour lui donner la trempe, il ne lui faut donner qu'une petit rougeur, comme couleur de cerise, & au lieu de le tremper dans l'eau, comme nous faisons, on ne fait que l'envelopper dans un linge mouillé, parce que si on lui donnoit la même chaleur qu'aux nôtres, il deviendrait si dur, que dès qu'on le voudrait manier, il se casseroit comme

pas en y introduisant de l'or ou de l'argent, comme on le croit vulgairement, mais par le seul effet d'une percussion souvent répétée. M. Gau a fait sur cela plusieurs expériences, dont il a eu la bonté de me communiquer le résultat (1); cet habile Artiste:

---

du verre. On met cet acier en pain gros comme nos pains d'un sou, & pour savoir s'il est bon, & s'il n'y a point de fraude, on le coupe en deux, chaque morceau suffisant pour faire un sabre, car il s'en trouve qui n'a pas été bien préparé & qu'on ne sauroit damasser. Un de ces pains d'acier, qui n'aura coûté à Golconde que la valeur de neuf ou dix sous, vaut quatre ou cinq *abassis* en Perse, & plus on le porte loin, plus il devient cher; car en Turquie on vend le pain jusqu'à trois piastres, & il en vient à Constantinople, à Smirne, à Alep & à Damas, où anciennement on le transportoit; le plus grand négociant des Indes se rendoit au Caire par la mer rouge, mais aujourd'hui, autant que le Roi de Golconde apporte de difficulté à laisser sortir de l'acier de son pays, autant le Roi de Perse tâche d'empêcher qu'on n'enlève de celui qui est entré dans son Royaume. Je fais toutes ces remarques pour désabuser bien des gens qui croient que les sabres & couteaux, qui nous viennent de Turquie; se font d'acier de Damas, ce qui est une erreur; parce que, comme j'ai dit, il n'y a point d'acier au monde que celui de Golconde qu'on puisse damasser sans que l'acier s'altère comme le nôtre. *Voyage de Tavernier. Rouen. 1713, tome II; pages 339 & 331.*

(1) Monsieur. De retour à Klingenthal, j'ai fait comme j'ai eu l'honneur de vous le promettre à Montbard, plusieurs épreuves sur l'acier, pour en fabriquer des lames de

qui a porté notre manufacture des armes blanches à un grand point de perfection, s'est convaincu avec moi que ce n'est que par le travail du marteau, & par la réunion de différens aciers mêlés d'un peu d'étoffe de fer que l'on vient à bout de damasser les lames

---

fabres & de couteaux de chasse de même étoffe & de la même qualité que celles de Turquie, connues sous le nom de *damas*; les résultats de ces différentes épreuves ont toujours été les mêmes, & je profite de la permission que vous m'avez donnée de vous en rendre compte.

Après avoir fait travailler & préparer une certaine quantité d'acier propre à en faire du damas, j'en ai destiné un tiers à recevoir le double de l'argent que j'y emploie ordinairement; dans le second tiers, j'y ai mis la dose ordinaire, & point d'argent du tout dans le dernier tiers.

J'ai eu l'honneur de vous dire, Monsieur, de quelle façon je fais ce mélange de l'argent avec de l'acier; j'ai augmenté de précautions pour mieux enfermer l'argent, & comme j'ai commencé mes épreuves par les petites barres ou plaques qui en tenoient le double, en donnant à celles du dessus & du dessous le double d'épaisseur des autres; je les ai fait chauffer au blanc bouillant, & ce n'a été qu'avec une peine infinie que l'ouvrier est venu à bout de les souder ensemble; elles paroissoient à l'intérieur l'être parfaitement, & on ne voyoit point sur l'enclume qu'il en fût sorti de l'argent: la réunion de ces plaques m'a donné un lingot de neuf pouces de long sur un pouce d'épaisseur & autant de largeur.

J'ai ensuite fait remettre au feu ce lingot pour en former une lame de couteau de chasse; c'est dans cette

de sabre, & de leur donner en même temps le tranchant, l'élasticité & la ténacité nécessaires; il a reconnu comme moi que ni l'or ni l'argent ne peuvent produire cet effet..

Il me resteroit encore beaucoup de choses

---

opération, en applatissant & en alongeant ce lingot, que les défauts de soudure qui étoient dans l'intérieur se sont découverts, & quelque soin que l'ouvrier y ait donné, il n'a pu forger cette lame sans beaucoup de pailles..

J'ai fait recommencer cette opération par quatre fois différentes, & toutes les lames ont été pailleuses sans qu'on ait pu y remédier, ce qui me persuade qu'il y est entré beaucoup d'argent..

Les barres dans lesquelles je n'ai mis que la dose ordinaire d'argent, & dont les plaques du dessus & du dessous n'avoient pas plus d'épaisseur que les autres, ont toutes bien soudé & ont donné des lames sans paille; il s'est trouvé sur l'enclume beaucoup d'argent fondu qui s'y étoit attaché..

A l'égard des barres forgées sans argent, elles ont été soudées sans aucune difficulté comme de l'acier ordinaire, & elles donné de très belles lames.. Pour connoître si ces lames sans argent avoient les mêmes qualités pour le tranchant & la solidité que celles fabriquées avec de l'argent, j'ai essayé le tranchant de toutes forces sur des nœuds de bois de chêne, qu'elles ont coupés sans s'ébrécher; j'en ai ensuite mis une à plat entre deux barres de fer sur mon escalier, comme vous l'avez vu faire sur le vôtre, & ce n'a été qu'après l'avoir long-temps tourmentée dans tous les sens que je suis parvenu à la déchirer.. J'ai donc trouvé à ces lames le même tranchant:

à dire sur le travail & sur l'emploi du fer ; je me suis contenté d'en indiquer les principaux objets ; chacun demanderoit un traité particulier , & l'on pourroit compter plus de cents arts ou métiers tous relatifs au travail de ce métal , en le prenant depuis ses mines

& la même ténacité. Il sembleroit d'après ces épreuves.

1°. Que , s'il reste de l'argent dans l'acier , il est impossible de le souder dans les endroits où il se trouve.

2°. Que lorsqu'on réussit à souder parfaitement des barres où il y a de l'argent , il faut que cet argent , qui est en fusion lorsque l'acier est rouge-blanc , s'en soit échappé aux premiers coups de marteau ; soit par les jointures des barres posées les unes sur les autres , soit par les pores alors ouverts de l'acier ; lorsque les plaques sont plus épaisses , l'argent fondu se répand en partie sur l'enclume ; & il est impossible de souder les endroits où il en reste.

3°. L'argent ne communique aucune vertu à l'acier , soit pour le tranchant , soit pour la solidité , & l'opinion du public qui avoit décidé mes recherches , & qui attribue au mélange de l'acier & de l'argent la bonté des lames de Damas en Turquie , est sans fondement ; puisqu'en décomposant un morceau , vous-même ; Monsieur , vous n'y avez pas trouvé plus d'argent que dans la lame de même étoffe faite ici , dans laquelle il en étoit cependant entré.

4°. Le tranchant étonnant de ces lames & leur solidité , ne proviennent , ainsi que les dessins qu'elles présentent ; que du mélange des différens aciers qu'on y emploie , & de la façon qu'on les travaille ensemble.

Pour que vous puissiez , Monsieur , en juger par vous-même , & rectifier mes idées à ce sujet , j'envoie à mon  
jusqu'à :

jusqu'à sa conversion en acier & sa fabrication en canons de fusils, lames d'épées, ressorts de montre, &c. Je n'ai pu donner ici que la filiation de ces arts, en suivant les rapports naturels qui les font dépendre les uns des autres : le reste appartient moins à l'Histoire de la Nature, qu'à celle des progrès de notre industrie.

Mais nous ne devons pas oublier de faire mention des principales propriétés du fer & de l'acier, relativement à celles des autres métaux. Le fer, quoique très dur, n'est pas fort dense, c'est après l'étain le plus léger de tous. Le fer commun, pesé dans l'eau,

dépôt de l'Arsenal de Paris, pour vous être remises à leur arrivée;

1°. Une des lames forgées avec les lingots où il y avoit le double d'argent, dans laquelle je crois qu'il y en a encore, parce qu'elle n'a pu être bien soudée, & que vous voudrez bien faire décomposer après avoir fait éprouver son tranchant & sa solidité :

2°. Une lame forgée d'un lingot où j'avois mis moitié d'argent, bien soudée, & sur laquelle j'ai fait graver vos armoiries :

3°. Une lame fabriquée d'une barre d'acier, travaillée pour damas, dans laquelle il n'est point entré d'argent; vous voudrez bien faire mettre cette lame aux plus fortes épreuves, tant pour le tranchant sur du bois, qu'en essayant sa résistance en la forçant entre deux barres de fer.

*Lettre de M. Gäu, Entrepreneur général de la Manufacture des armes blanches, à M. le Comte de Buffon, datée de Klingenthal, le 29 Avril 1775.*

ne perd guère qu'un huitième de son poids ; & ne pèse que cinq cents quarante-cinq ou cinq cents quarante-six livres le pied cube (*m*) : l'acier pèse cinq cents quarante-huit à cinq cents quarante-neuf livres , & il est toujours spécifiquement un peu plus pesant que le meilleur fer ; je dis le meilleur fer , car , en général , ce métal est sujet à varier pour la densité , ainsi que pour la ténacité , la dureté , l'élasticité , & il paroît n'avoir aucune propriété absolue que celle d'être attirable à l'aimant ; encore cette qualité magnétique est-elle beaucoup plus grande dans l'acier & dans certains fers que dans d'autres ; elle augmente aussi dans certaines circonstances & diminue dans d'autres ; & cependant cette propriété d'être attirable à l'aimant , paroît appartenir au fer à l'exclusion de toute autre matière ; car , nous ne connoissons dans la Nature , aucun métal , aucune autre substance

(*m*) On a écrit & répété par tout que le pied cube de fer pèse cinq cents quatre-vingts livres (*Voyez le Dictionnaire de Chimie , article fer*) ; mais cette estimation est de beaucoup trop forte. M. Briffon s'est assuré , par des épreuves à la balance hydrostatique , que le fer forgé , non écroui comme écroui , ne pèse également que cinq cents quarante-cinq livres deux ou trois onces le pied cube , & que le pied cube d'acier pèse cinq cents quarante-huit livres : on s'étoit donc trompé de trente-cinq livres , en estimant cinq cents quatre-vingts livres le poids d'un pied de fer. *Voyez la Table des pesanteurs spécifiques de M. Briffon.*



pure qui ait cette qualité magnétique , & qui puisse même l'acquérir par notre art ; rien au contraire ne peut la faire perdre au fer tant qu'il existe dans son état de métal. Et non-seulement il est toujours attirable par l'aimant , mais il peut lui-même devenir aimant , & lorsqu'il est une fois aimanté , il attire l'autre fer avec autant de force que l'aimant même (n).

De tous les métaux , après l'or , le fer est celui dont la ténacité est la plus grande ; selon Musschenbroëck un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre , peut soutenir un poids de quatre cents cinquante livres sans se rompre ; mais j'ai reconnu , par ma propre expérience , qu'il y a une énorme différence entre la ténacité du bon & du mauvais fer (o), & quoiqu'on choisisse le meilleur pour le passer à la filière , on trouvera encore des différences dans la ténacité des différens fils de fer de même grosseur , & l'on observera généralement que plus le fil de fer sera fin , plus la ténacité sera grande à proportion.

Nous avons vu qu'il faut un feu très violent pour fondre le fer forgé , & qu'en même temps qu'il se fond , il se brûle & se calcine en partie , & d'autant plus que la chaleur est plus forte ; en le fondant au foyer d'un miroir ardent on le voit bouillonner , brûler ,

---

(n) Voyez dans le quatrième volume de cette Histoire des Minéraux l'article de l'Aimant..

(o) Voyez le Mémoire sur la ténacité du fer. Supplément in-4°. tome II.

jeter une flamme assez sensible, & se changer en mâchefer; cette scorie conserve la qualité magnétique du fer après avoir perdu toutes les autres propriétés de ce métal.

Tous les acides minéraux & végétaux agissent plus ou moins sur le fer & l'acier; l'air qui, dans son état ordinaire, est toujours chargé d'humidité, les réduit en rouille; l'air sec ne les attaque pas de même & ne fait qu'en ternir la surface; l'eau la ternit davantage & la noircit à la longue; elle en divise & sépare les parties constituantes, & l'on peut avec de l'eau pure réduire ce métal en une poudre très fine (*p*), laquelle néanmoins est encore du fer dans son état de métal, car elle est attirable à l'aimant & se dissout comme le fer dans tous les acides; ainsi, ni l'eau ni l'air seuls n'ôtent au fer sa qualité magnétique, il faut le concours de ces deux élémens ou plutôt l'action de l'acide aérien pour le réduire en rouille qui n'est plus attirable à l'aimant.

L'acide nitreux dévore le fer autant qu'il le dissout; il le saisit d'abord avec la plus grande violence; & lors même que cet acide en est pleinement saturé, son activité ne se ralentit pas, il dissout le nouveau fer qu'on

---

(*p*) Prenez de la limaille de fer nette & brillante; mettez-la dans un vase; versez assez d'eau dessus pour la couvrir d'un pouce ou deux, faites-la remuer avec une spatule de fer jusqu'à ce qu'elle soit réduite en poudre si fine qu'elle reste suspendue à la surface de l'eau, cette poudre est encore du vrai fer très attirable à l'aimant.

lui présente en laissant précipiter le premier.

L'acide vitriolique , même affoibli , dissout aussi le fer avec effervescence & chaleur , & les vapeurs qui s'élèvent de cette dissolution sont très inflammables. En la faisant évaporer & la laissant refroidir , on obtient des cristaux vitrioliques verts , qui sont connus sous le nom de *couperose* (q).

L'acide marin dissout très bien le fer , & l'eau régale encore mieux : ces acides nitreux & marins , soit séparément , soit conjointement , forment avec le fer des sels qui , quoique métalliques , sont déliquesceus ; mais , dans quelque acide que le fer soit dissous , on peut toujours l'en séparer par le moyen des alkalis ou des terres calcaires ; on peut aussi le précipiter par le zinc , &c.

Le soufre , qui fait fondre le fer rouge en un instant , est plutôt le destructeur que le dissolvant de ce métal , il en change la nature & le réduit en pyrite ; la force d'affinité entre le soufre & le fer est si grande , qu'ils agissent violemment l'un sur l'autre même sans le secours du feu , car , dans cet état de pyrite , ils produisent eux-mêmes de la chaleur & du feu , à l'aide seulement d'un peu d'humidité.

De quelque manière que le fer soit dissous ou décomposé , il paroît que ses précipités & ses chaux en safran , en ocre , en rouille , &c. sont tous colorés de jaune , de rougeâtre ou de brun , aussi emploie-t-on ces chaux de

---

(q) Voyez ci-devant l'article du *Vitriol*.

fer pour la peinture à l'huile & pour les émaux.

Enfin le fer peut s'allier avec tous les autres métaux, à l'exception du plomb & du mercure; suivant M. Geller, les affinités du fer sont dans l'ordre suivant; l'or, l'argent, le cuivre; &, suivant M. Geoffroi, le régule d'antimoine, l'argent, le cuivre & le plomb; mais ce dernier Chimiste devoit exclure le plomb & ne pas oublier l'or, avec lequel le fer a plus d'affinité qu'avec aucun autre métal. Nous verrons même que ces deux métaux, le fer & l'or, se trouvent quelquefois si intimement unis par des accidens de nature, que notre art ne peut les séparer l'un de l'autre (r).

---

(r) Voyez l'article de la *Platine*, dans le cinquième volume de cette *Histoire des Minéraux*.

*FIN du Tome Quatrième.*

Thorp  
15 FEB. 1915





# TABLE DES TITRES

Contenus dans ce Volume.

<i>S</i> <sub>EL</sub> marin & sel gemme.	Page 5
<i>Nitre.</i>	64
<i>Sel ammoniac.</i>	82
<i>Borax.</i>	93
<i>Du fer.</i>	105

FIN DE LA TABLE.

*Thorp*  
15 FEB 1915



15 A 7 A 1 - 0 2. 1













